汽车电气维修518问

学会汽车维修技能　成就汽修技师梦想

- 丰富的知识链接 **零基础 易掌握**
- 详细的操作方法 **问答多 轻松学**
- 准确的案例分析 **思路清 好实践**



李昌凤◎主编



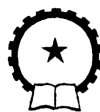

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

汽车电气维修518问

李昌凤　主编



机　械　工　业　出　版　社

《汽车电气维修518问》主要介绍了维修人员不可不知的汽车电控新技术、发动机电气系统、发动机充电系统、发动机点火系统、发动机控制系统、自动变速器电气系统、空调系统、防抱死制动系统与其他辅助制动系统、安全气囊系统、车身电气系统以及电路识读与配电系统等内容，是一本全面介绍汽车电气理论基础与实际操作维修入门的书籍。全书分篇进行介绍，针对每个问题来具体解答，让读者对汽车电气系统有一个全面、具体的了解，突出“新技术”、“新方法”及“具有解决实际问题能力”的特点。

本书采用问答的形式，易学易懂，在讲解知识点的同时，设置知识链接，增强可读性，适合广大汽车维修人员、汽车维修爱好者阅读参考。

图书在版编目（CIP）数据

汽车电气维修518问/李昌凤主编. —北京：机械工业出版社，2013. 11
ISBN 978-7-111-44235-6

Ⅰ. ①汽…　Ⅱ. ①李…　Ⅲ. ①汽车－电气设备－车辆修理－问题解答
Ⅳ. ①U472. 41－44

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第233934号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：杜凡如　责任编辑：杜凡如
版式设计：霍永明　责任校对：肖　琳
封面设计：张　静　责任印制：杨　曦
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷
2014年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm · 21印张 · 521千字
0 001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-44235-6
定价：49.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社服务中心：(010)88361066	教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：(010)68326294	机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：(010)88379649	机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：(010)88379203	**封面无防伪标均为盗版**

前　　言

汽车电子技术的飞速发展，给汽车维修业带来新的变革，使汽车诊断维修思路、检测方式和维修方法也产生了新的变化，为了让广大汽车维修人员更好地掌握汽车维修技能，我们以问答形式编写本书。

《汽车电气维修518问》主要介绍了维修人员不可不知的汽车电控新技术、发动机电气系统、发动机充电系统、发动机点火系统、发动机控制系统、自动变速器电气系统、空调系统、防抱死制动系统与其他辅助制动系统、安全气囊系统、车身电气系统以及电路识读与配电系统等内容，是一本全面介绍汽车电气理论基础与实际操作维修入门的书籍。全书分篇进行介绍，针对每个问题来具体解答，让读者对汽车电气系统有一个全面、具体的了解，突出“新技术”、“新方法”及“具有解决实际问题能力”的特点。

本书采用问答的形式，易学易懂，在讲解知识点的同时，设置知识链接，增强可读性，适合广大汽车维修人员、汽车维修爱好者自学以及作为汽车维修入门培训的指导用书。

本书由李昌凤主编，参加编写的人员还有李富强、李素红、朱其福。在本书编写过程中，得到了许多汽车维修企业以及广大技师朋友的大力支持和协助，并参阅了大量的相关资料，在此表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正，以便再版时补充完善。

编　者

目　录

前言

第一章　不可不知的汽车电控新技术 …… 1

背景知识加油站 1　发动机新技术 …………… 1

1. 什么是 FSI 技术？ ……………………… 2
2. 什么是 TSI 技术？ ……………………… 2
3. 增压直喷发动机有哪些优势？ ………… 3
4. 什么是 SOHC 与 DOHC 技术？ ………… 3
5. 什么是多气门技术？ …………………… 4
6. 什么是废气再循环技术？ ……………… 4
7. 什么是可变进气系统技术？ …………… 4
8. 什么是可变配气相位技术？ …………… 5
9. 丰田 VVT－i 系统的结构与原理如何？ ……………………………… 5
10. VTEC 系统的结构与工作原理如何？ … 6
11. PCV 系统的结构与工作原理如何？ …… 7
12. 什么是 EVAP 系统？ …………………… 8
13. 什么是智能双火花塞顺序点火技术？ ……………………………… 8
14. 电子节气门的结构与工作原理如何？ ……………………………… 9
15. 电子气门技术结构与工作原理如何？ ……………………………… 9
16. 发动机起停系统的功用与工作原理如何？ …………………………… 10
17. 发动机停缸技术的原理是什么？ …… 11
18. 混合动力汽车的结构与工作原理如何？ …………………………… 12
19. 燃料电池汽车工作原理如何？ ……… 12
20. 太阳能汽车结构和工作原理如何？ … 13

背景知识加油站 2　变速器新技术 ………… 14

21. 什么是宝马 SMG 变速器技术？ ……… 14
22. 什么是无级变速器（CVT）技术？ … 15
23. 什么是手自一体变速器技术？ ……… 15
24. 什么是 DSG 变速器技术？ …………… 16

背景知识加油站 3　制动系统新技术 ……… 17

25. EVA 紧急制动辅助装置的结构与工作原理如何？ ……………………… 17
26. 电子制动系统（ECB）的结构与工作原理如何？ ……………………… 18
27. ESP 的定义和工作原理如何？ ……… 18
28. HAC 是如何工作的？ ………………… 18
29. 什么是汽车轮胎气压监测系统？ …… 19
30. 什么是电子稳定控制技术？ ………… 20

背景知识加油站 4　四驱技术 ……………… 20

31. 什么是四驱技术？ …………………… 21
32. 奥迪全时四驱系统如何工作？ ……… 21
33. 斯巴鲁四驱系统如何工作？ ………… 21
34. 什么是奔驰 4Matic 全时四驱技术？ … 21
35. 什么是宝马 X－Drive 全时四驱系统技术？ ………………………………… 22
36. 什么是大众 4Motion 全时四驱系统技术？ ………………………………… 22

背景知识加油站 5　车身电气新技术 ……… 23

37. 什么是 LED 车灯技术？ ……………… 23
38. AFS 的组成与工作原理如何？ ……… 23
39. 汽车巡航控制系统的结构与工作原理如何？ ………………………………… 24
40. 防碰撞控制系统的组成与工作原理如何？ ………………………………… 25
41. 什么是蓄电池线路切断装置？ ……… 25
42. CDC 的组成与原理如何？ …………… 26
43. 什么是通用 V2V 技术？ ……………… 26
44. 红外夜视系统的组成与工作原理如何？ ………………………………… 26
45. HUD 系统的组成与工作原理如何？ … 27
46. LDW 的组成与工作原理如何？ ……… 28
47. BAWS 的组成与工作原理如何？ …… 28
48. 行人安全保护系统如何工作？ ……… 29



49. 什么是一键式起动系统？ …………… 29
50. Park4U 系统如何工作？ …………… 29
51. 汽车落水自动打开门锁及车窗装置是如何工作的？ ………………………… 30
52. 什么是 i – Voka 语音云交互技术？ … 30
53. SBC 的组成与工作原理如何？ ……… 30
54. 远程诊断系统如何工作？ …………… 31
第二章　发动机起动系统 ………………… 32
背景知识加油站 1　起动系统概述 ………… 32
55. 汽车起动系统的组成和功用如何？ … 32
56. 起动机的结构是怎样的？ …………… 32
57. 起动系统电路连接和工作原理如何？ … 33
背景知识加油站 2　起动机的检修 ………… 35
58. 如何分解起动机？ ……………………… 35
59. 如何检修起动机的主要部件？ ……… 36
60. 起动机维修后应如何测试？ ………… 37
61. 拆装起动机零部件时应当注意哪些问题？ ………………………………… 39
背景知识加油站 3　起动系统故障诊断 …… 40
62. 诊断起动系统故障时应注意哪些事项？ ………………………………… 40
63. 起动系统故障快速诊断的流程是什么？ ………………………………… 40
64. 如何诊断起动系统电路故障？ ……… 41
65. 如何诊断起动机故障？ ……………… 43
66. 起动机转动无力的故障如何诊断？ … 43
67. 如何排除起动机驱动齿轮与飞轮轮齿不能啮合且有冲击声的故障？ ……… 44
68. 如何排除电磁开关发出的“嗒嗒”响声？ ………………………………… 44
69. 如何排除起动机空转故障？ ………… 44
第三章　发动机充电系统 ………………… 45
背景知识加油站 1　蓄电池概述 ………… 45
70. 汽车用蓄电池有哪几种类型？ ……… 46
71. 汽车用蓄电池有何功用？ …………… 46
72. 汽车用蓄电池的组成及结构有何特点？ ………………………………… 46
73. 干荷电蓄电池有哪些优点？ ………… 47
74. 免维护蓄电池有何特点？ …………… 48
75. 免维护蓄电池具有哪些优点？ ……… 48
背景知识加油站 2　蓄电池诊断 ………… 48
76. 如何诊断蓄电池自行放电故障？ …… 49
77. 如何诊断蓄电池的容量降低故障？ … 50
78. 如何诊断蓄电池电解液消耗过快故障？ ………………………………… 50
79. 如何诊断蓄电池硫化故障？ ………… 51
80. 如何防止蓄电池极板活性物质脱落故障？ ………………………………… 51
81. 如何进行蓄电池的快速充电？ ……… 52
82. 如何判断蓄电池充满电？ …………… 53
83. 如何对蓄电池进行初充电？ ………… 53
84. 如何对蓄电池进行补充充电？ ……… 53
85. 如何判断蓄电池故障？ ……………… 53
背景知识加油站 3　发电机系统故障诊断 … 55
86. 发电机系统是如何组成的？ ………… 56
87. 发电机电路是如何连接的？ ………… 56
88. 发电机系统故障快速诊断的流程是什么？ ………………………………… 57
89. 如何诊断发电机系统电路故障？ …… 57
90. 如何判断发电机故障？ ……………… 58
91. 如何分解发电机？ ……………………… 59
92. 如何检修发电机主要部件？ ………… 59
93. 拆装发电机零部件时应当注意哪些问题？ ………………………………… 60
94. 在汽车上怎样对交流发电机进行检查？ ………………………………… 61
95. 在汽车上怎样检查发电机能否发电？ ………………………………… 61
96. 怎样对交流发电机进行不解体检测？ ………………………………… 62
背景知识加油站 4　典型发动机充电系统故障排除 ………… 62
97. 本田思铂睿充电系统指示灯电路故障如何处理？ ……………………… 63
98. 本田思铂睿交流发电机与稳压器电路的故障如何处理？ ……………… 64
99. 本田思铂睿交流发电机控制电路的故障如何处理？ ……………………… 65
100. 本田锋范充电系统指示灯电路故障

如何排除？…………………………… 66
101. 本田锋范交流发电机和调节器电路故障如何排除？……………………… 67
102. 本田锋范交流发电机控制电路的故障如何排除？…………………………… 67
103. 桑塔纳系列轿车充电指示灯不亮的故障如何排除？…………………………… 68
104. 桑塔纳系列轿车不充电的故障如何排除？……………………………… 70
105. 桑塔纳系列轿车充电指示灯时亮时熄的故障如何排除？……………………… 70
第四章　发动机点火系统 …………………… 71
背景知识加油站 1　发动机点火系统的故障诊断与检修 …………… 71
106. 点火系统的组成与电路是怎样的？……………………………… 72
107. 如何诊断点火系统故障？…………… 74
108. 如何检查曲轴位置传感器？………… 74
109. 如何测量点火线圈和检测点火系统 ECU 的故障？………………………… 76
110. 如何测量爆燃传感器？……………… 77
111. 如何测量火花塞？…………………… 78
112. 如何调整点火正时？………………… 79
背景知识加油站 2　典型点火系统故障排除 ……………………… 80
113. 桑塔纳轿车霍尔式点火系统用点火控制器的结构有何特点？…………… 80
114. 桑塔纳轿车霍尔式点火系统的线路有何特点？…………………………… 81
115. 日产轿车点火系统电路故障如何处理？……………………………… 81
116. 本田雅阁点火系统电路故障如何处理？……………………………… 83
117. 本田飞度点火系统电路故障如何处理？……………………………… 85
118. 大众帕萨特点火系统电路故障如何处理？……………………………… 86
第五章　发动机控制系统 …………………… 87
背景知识加油站 1　燃油喷射电控系统 …… 87
119. 发动机电控燃油喷射系统的功用是什么？…………………………… 87
120. 发动机电控燃油喷射系统由哪几部分组成？…………………………… 88
121. 燃油喷射式发动机分为哪几类？…… 88
122. 喷油器的喷油量是如何控制的？…… 88
123. 喷油器的喷油正时如何控制？……… 90
124. 电动燃油泵的功用及原理是什么？……………………………… 92
125. 燃油泵的控制电路有哪几种？……… 93
126. 喷油器的结构和工作原理是怎样的？…………………………… 95
127. 如何检修喷油器及其控制电路？…… 96
128. 如何测试喷油器的雾化情况？……… 97
背景知识加油站 2　进气电控系统 ………… 98
129. 进气系统由哪些部件组成？………… 99
130. 进气歧管压力传感器功用和类型如何？……………………………… 99
131. 空气流量传感器的功用和类型如何？ ……………………………… 100
132. 翼片式空气流量传感器的结构有什么特点？ ……………………………… 100
133. 翼片式空气流量传感器如何监测空气流量？ ……………………………… 101
134. 如何检修翼片空气流量传感器？ … 102
135. 如何检测卡门涡流式空气流量传感器？ ……………………………… 103
136. 热线式空气流量传感器的结构与工作原理是什么？ ……………………… 103
137. 如何检修热线式空气流量传感器？ ……………………………… 104
138. 如何检修热膜式空气流量传感器？ ……………………………… 104
139. 进气压力传感器的结构与工作原理是怎样的？ ……………………………… 105
140. 如何检修进气压力传感器？ ……… 106
141. 节气门位置传感器功用与原理是怎样的？ ……………………………… 107
142. 如何检测节气门位置传感器？ …… 107
143. 进气温度传感器的结构与工作原理是怎样的？ ……………………………… 108



144. 如何检修进气温度传感器？ ……… 108
145. 如何检修怠速控制阀？ ……………… 110
背景知识加油站 3　发动机电子控制系统 …………………… 110
146. 怎样使用故障检测仪读取故障码？ …………………………………… 111
147. 发动机故障码的清除方法有哪些？ …………………………………… 111
148. 如何运用故障诊断仪排除疑难故障？ …………………………………… 111
149. 如何运用数据流监控发动机故障？ …………………………………… 111
150. 常见的数据流分析方法有哪些？ … 112
151. 如何运用因果分析法？ ……………… 112
152. 如何运用比较分析法？ ……………… 112
153. 如何运用增减模拟法？ ……………… 112
154. 如何运用输入模拟法？ ……………… 113
155. 如何利用“静态数据流”分析故障？ …………………………………… 113
156. 如何利用动态数据流分析故障？ … 113
157. 如何运用喷油脉宽信号分析发动机故障？ …………………………………… 114
158. 如何运用点火控制信号？ ………… 114
159. 如何分析炭罐指令？ ……………… 114
160. 如何分析进气怠速控制参数？ …… 115
161. 发动机转速与曲轴位置传感器的功用有哪些？ ………………………………… 115
162. 如何检测凸轮轴位置传感器？ …… 115
163. 如何检修曲轴位置传感器？ ……… 117
164. 如何检修车速传感器？ ……………… 118
165. 空调开关信号有哪些作用？ ……… 118
166. 如何检测发动机冷却液温度传感器？ ………………………………… 118
167. 氧传感器有哪些结构特点？ ……… 119
168. 怎样通过氧传感器外观颜色判断故障？ …………………………………… 120
169. 如何检修氧传感器？ ……………… 120
170. 发动机 ECU 有何作用？ ………… 122
171. 发动机 ECU 自诊断系统的备用功能是什么？ ………………………………… 123
172. 发动机 ECU 自诊断功能有哪些？…… 123
173. 发动机 ECU 如何识别传感器故障？ …………………………………… 124
174. 发动机 ECU 如何识别执行器故障？ …………………………………… 125
175. 如何识别发动机 ECU 本身的故障？ …………………………………… 125
176. 发动机 ECU 损坏的原因主要有哪些？ …………………………………… 126
177. 如何运用静态检测法诊断发动机 ECU 故障？ ………………………………… 126
178. 如何运用动态检测法诊断发动机 ECU 故障？ ………………………………… 126
179. 如何运用 ECU 端子电压诊断发动机 ECU 故障？ ………………………………… 127
180. 如何运用 ECU 端子电阻诊断发动机 ECU 故障？ ………………………………… 127
181. 如何确认发动机 ECU 是否损坏？ …………………………………… 128
182. 如何按照电路图寻找发动机 ECU 损坏元件？ …………………………………… 128
183. 如何测量发动机 ECU 晶体管？ …… 129
184. 如何准确替换发动机 ECU 的晶体管？ ………………………………… 129
185. 如何排除发动机 ECU 的故障？ …… 129
背景知识加油站 4　典型发动机电控系统故障排除 ……………… 130
186. 诊断发动机控制系统故障的基本程序是什么？ ………………………………… 131
187. 常用的故障征兆模拟试验方法有哪些？ …………………………………… 132
188. 怎样运用“元件故障征兆表”检查排除电控系统故障？ …………………… 134
189. 怎样排除燃油喷射式发动机不能起动故障？ …………………………………… 137
190. 怎样排除燃油喷射式发动机怠速不良或熄火故障？ ………………………… 138
191. 电控发动机故障码读取方法有哪些？ …………………………………… 139
192. 大众轿车电控系统怎样进行自诊断测试？ …………………………………… 140

193. 丰田汽车故障码如何识别？ ……… 141
194. 在静态测试方式下，如何读取丰田汽车燃油喷射系统故障码？ ……… 141
195. 在动态测试方式下，怎样读取丰田汽车燃油喷射系统的故障码？ …… 142
196. 怎样清除丰田汽车燃油喷射系统的故障码？ ……………………… 142
197. 丰田轿车电控系统怎样执行主动测试？ ……………………… 142
198. 怎样测试与读取丰田轿车电控系统的数据？ ……………………… 143
199. 本田系列轿车电控系统故障自诊断功能有哪些？ ……………………… 143
200. 怎样读取本田轿车电控系统的故障码？ ……………………… 144
201. 怎样清除本田轿车电控系统的故障码？ ……………………… 144
202. 怎样检测本田轿车电控发动机的怠速转速？ ……………………… 144
203. 如何排除本田思铂睿 DTC P0102？ … 145
204. 如何排除本田思铂睿 DTC P0107？ … 146
205. 如何排除本田思铂睿 DTC P0112？ … 147
206. 如何排除丰田凯美瑞 DTC P0117？ … 148
207. 如何排除北京现代悦动 DTC P0037？ ……………………… 149
208. 如何排除北京现代悦动 DTC P0107？ ……………………… 150
209. 如何排除北京现代悦动 DTC P0116？ ……………………… 151

第六章　自动变速器电气系统 ……………… 153

背景知识加油站 1　自动变速器电气系统基础 ……………………… 153
210. 自动变速器故障诊断有哪些注意事项？ ……………………… 154
211. 电子控制变速器有哪些特点？ …… 154
212. 如何识别自动变速器变速杆上的档位代号？ ……………………… 154
213. 如何对自动变速器进行基本检查？ ……………………… 155
214. 电磁式车速传感器的结构与原理如何？ ……………………… 155
215. 模式选择开关的功用与原理如何？ ……………………… 156
216. O/D 开关的功用与原理如何？ …… 156
217. 如何检查自动变速器档位位置？ … 157
218. 自动变速器电磁阀结构与原理如何？ ……………………… 157
219. 如何检修自动变速器电磁阀？ …… 159
220. 如何调整空档起动开关？ ………… 159
221. 怎样进行自动变速器失速试验？ … 160
222. 怎样进行时滞试验？ ……………… 161
223. 怎样进行液压试验？ ……………… 162
224. 怎样进行道路试验？ ……………… 163

背景知识加油站 2　自动变速器控制系统 ……………………… 163
225. 自动变速器换档控制原理如何？ … 164
226. 什么是自动变速器失效保护控制？ ……………………… 164
227. 自动变速器故障诊断程序是什么？ ……………………… 165
228. 自动变速器电控系统的诊断检测方法有哪些？ ……………………… 166
229. 如何排除丰田凯美瑞自动变速器 DTC P0710？ ……………………… 167
230. 如何排除丰田凯美瑞自动变速器 DTC P0717？ ……………………… 167
231. 如何排除北京现代悦动自动变速器 DTC P0707？ ……………………… 168
232. 如何排除北京现代悦动自动变速器 DTC P0717？ ……………………… 170
233. 如何排除北京现代悦动自动变速器 DTC P0741？ ……………………… 171
234. 如何排除本田锋范自动变速器 DTC P0706？ ……………………… 172
235. 如何排除本田锋范自动变速器 DTC P0713？ ……………………… 173
236. 如何排除本田锋范自动变速器 DTC P0962？ ……………………… 174
237. 如何排除自动变速器换档冲击大故障？ ……………………… 175



238. 如何排除自动变速器频繁换档故障？ …… 176
239. 如何排除自动变速器不能升档故障？ …… 176
240. 如何排除自动变速器升档过迟故障？ …… 177
241. 如何排除自动变速器无前进档故障？ …… 177
242. 如何排除自动变速器无超速档故障？ …… 178
第七章 空调系统 …… 179
背景知识加油站 1 汽车空调的基础知识 …… 179
243. 空调系统由哪些部分组成？ …… 180
244. 制冷系统由哪些部件组成？ …… 180
245. 制冷系统是如何工作的？ …… 181
246. 冷冻润滑油的性能有哪些要求？ …… 181
247. 什么是汽车自动空调？ …… 182
248. 如何测试空调制冷性能？ …… 182
背景知识加油站 2 汽车空调制冷系统 …… 184
249. 压缩机的结构和工作原理如何？ …… 184
250. 空调压缩机不能起动应如何处理？ …… 187
251. 如何检查压缩机及其电磁离合器？ …… 188
252. 如何排除冷凝器电子风扇不工作故障？ …… 189
253. 冷凝器散热不良如何处理？ …… 189
254. 蒸发器结冰如何处理？ …… 189
255. 如何排除空调系统膨胀阀的冰堵故障？ …… 190
256. 压缩机常见故障有哪几种？ …… 190
257. 如何排除压缩机泄漏故障？ …… 191
258. 如何排除压缩机异响故障？ …… 191
259. 制冷系统中的“脏堵”现象应如何判断与排除？ …… 192
260. 温度传感器出现故障应如何排除？ …… 192
261. 制冷系统工作压力是如何检测的？ …… 193
262. 空调制冷系统间歇制冷怎么办？ …… 193
263. 制冷系统修理后如何进行抽真空？ …… 193
264. 如何采用“听”的方式对空调机故障进行判断？ …… 194
265. 如何采用“看”的方式对空调机故障进行判断？ …… 194
266. 如何采用“摸”的方式对空调故障进行判断？ …… 194
267. 怎样从高压端充注制冷剂？ …… 195
268. 怎样从低压端充注制冷剂？ …… 195
269. 怎样从高压端注入液态制冷剂，再从低压端补足制冷剂量？ …… 196
270. 鼓风机无低速时怎么办？ …… 196
271. 鼓风机运转无力怎么办？ …… 196
272. 如何排除制冷系统低压侧压力低、高压侧压力高的故障？ …… 196
273. 如何排除制冷系统高、低压侧压力正常，但冷量不足的故障？ …… 197
274. 如何排除制冷系统低压侧压力低、高压侧压力低的故障？ …… 197
275. 如何排除制冷系统低压侧压力高、高压侧压力低的故障？ …… 197
276. 如何排除制冷系统低压侧压力高、高压侧压力高的故障？ …… 198
背景知识加油站 3 汽车空调的维修工具与设备 …… 198
277. 卤素灯检漏仪的结构及工作原理如何？ …… 198
278. 电子检漏仪的结构及工作原理如何？ …… 199
279. 空调系统的制冷剂回收装置的结构及工作原理如何？ …… 200
280. 汽车空调真空泵的结构及工作原理如何？ …… 202
281. 歧管压力表的结构及工作原理如何？ …… 203
282. 汽车空调冷媒管路清洗机的工作原理如何？ …… 204
背景知识加油站 4 典型汽车空调系统故障

排除 ………………………… 204
283. 如何排除马自达3空气混合执行器电路故障? ………………………… 205
284. 如何排除马自达3气流模式执行器电路故障? ………………………… 205
285. 如何排除马自达3车内温度传感器电路故障? ………………………… 206
286. 如何排除马自达3蒸发器温度传感器电路故障? ………………………… 207
287. 如何排除马自达3日照传感器电路故障? ………………………… 207
288. 如何人工读取本田思域轿车空调系统的故障? ………………………… 208
289. 如何运行本田思域轿车空调系统传感器输入显示模式? ………………………… 208
290. 如何排除本田思域轿车空调（A/C）压缩机驱动器电路故障? ………… 209
291. 如何排除本田思域轿车空调（A/C）压缩机驱动器电源电路故障? …… 210
292. 如何人工读取北京现代悦动轿车空调系统的故障码? ………………………… 210
293. 如何排除北京现代悦动空调DTC B1202? ………………………… 210
294. 如何排除北京现代悦动空调DTC B1208? ………………………… 211
295. 如何排除北京现代悦动空调DTC B1233? ………………………… 212

第八章　防抱死制动系统与其他辅助制动系统 ………………………… 214

背景知识加油站1　防抱死制动系统 ……… 214
296. 检修ABS前有哪些注意事项? …… 215
297. 如何通过ABS自检判断系统是否正常? ………………………… 215
298. 如何进行ABS的初步检测? ……… 215
299. 获取ABS故障码有哪些主要方法? ………………………… 215
300. 如何进行ABS的试车检测? ……… 216
301. 如何清除ABS的故障代码? ……… 216
302. 怎样使用故障征兆模拟测试法检测ABS系统故障? ………………… 216
303. 怎样排除ABS电路异常引起的故障? ………………………… 216
304. 车轮转速传感器的结构与原理如何? ………………………… 217
305. 如何分解ABS液压泵? …………… 218
306. 如何检测电磁阀工作是否正常? … 218
307. 如何对ABS液压回路进行放气? ………………………… 218

背景知识加油站2　其他辅助制动系统 …… 219
308. ASR的作用与优点是什么? ……… 219
309. ASR结构与工作原理如何? ……… 219
310. ASR控制类型有哪些? …………… 220
311. ASR副节气门执行器怎么工作? … 220
312. 如何读取ASR的故障代码? ……… 221
313. 如何清除ASR故障代码? ………… 221
314. ASR系统的检修有哪些注意事项? ………………………… 222
315. ASR系统检修内容包括哪些? …… 222
316. ASR系统初步检查的内容包括哪些? ………………………… 222
317. 如何排除ASR指示灯常亮故障? ………………………… 222
318. 如何排除ASR制动主缸压力传感器故障? ………………………… 223
319. 如何排除ASR蜂鸣器控制电路故障? ………………………… 223
320. ESP的作用和特点是什么? ……… 224
321. ESP由哪些部件组成? …………… 224
322. ESP的工作过程如何? …………… 224
323. ESP系统的检修方法有哪些? …… 225
324. 怎样校准转向盘转角速度传感器? ………………………… 225
325. 如何排除转向盘转角速度传感器故障? ………………………… 226
326. 如何排除横摆率传感器故障? …… 226
327. 如何排除发动机起动后ESP指示灯常亮故障? ………………………… 226
328. 如何排除ESP ECU供电故障? …… 227
329. 如何排除ESP CAN总线故障? …… 227
330. 如何排除ESP工作异常故障? …… 228



第九章 安全气囊系统 …………………… 229
背景知识加油站 1 安全气囊基本知识 …… 229
331. 安全气囊系统的功用是什么？ …… 229
332. 安全气囊系统的种类有哪些？ …… 230
333. 安全气囊系统由哪几部分组成？ … 230
334. 防误爆机构的功用是什么？ ……… 231
335. 如何防止气囊产生误爆？ ………… 231
336. 电路连接诊断机构的功用是什么？ ………………………… 232
337. 安全气囊检修有哪些注意事项？ … 232
338. 如何调整安全气囊螺旋电缆？ …… 232
339. 滚球式碰撞传感器的结构与原理如何？ ………………………… 232
340. 滚轴式碰撞传感器的结构与原理如何？ …………………… 233
341. 偏心锤式碰撞传感器的结构与原理如何？ …………………… 234
342. 水银式碰撞传感器的原理如何？ … 234
343. 压电效应式碰撞传感器的结构与原理如何？ …………………… 235
背景知识加油站 2 典型汽车安全气囊系统故障排除 ………… 235
344. 丰田系列汽车安全气囊系统电脑结构与原理如何？ …………………… 235
345. 如何读取丰田系列汽车安全气囊系统的故障码？ ………………… 236
346. 如何清除丰田车系安全气囊系统的故障码？ ………………………… 237
347. 在清除故障码时，需要注意哪些事项？ ………………………… 238
348. 怎样排除丰田 SRS 指示灯一直点亮且无故障码故障？ ……………… 238
349. 如何排除本田轿车 SRS 指示灯未亮故障？ ………………………… 238
350. 如何排除本田轿车 SRS 指示灯持续亮故障？ …………………… 238
351. 如何排除本田轿车侧安全气囊断路指示灯持续亮起故障？ ……… 239
352. 如何排除本田轿车侧安全气囊断路指示灯未亮故障？ ……………… 239
353. 本田轿车如何初始化 OPDS 装置？ ……………………………… 239
354. 如何排除马自达 6 轿车安全气囊传感器电路故障？ ……………… 240
355. 如何排除马自达 6 轿车 SRS 控制单元电路故障？ ………………… 240
356. 如何排除马自达 6 轿车驾驶人侧安全气囊控制单元电路故障？ …… 241
357. 如何排除北京现代悦动轿车安全气囊 DTC B1328？ ……………… 242
358. 如何排除北京现代悦动轿车安全气囊 DTC B1329？ ……………… 242
第十章 车身电气系统 …………………… 243
背景知识加油站 1 组合仪表的检修 ……… 243
359. 汽车仪表上指示灯有哪些？ ……… 244
360. 如何诊断汽车仪表的故障？ ……… 245
361. 怎样检修汽车电子组合仪表？ …… 246
362. 如何使用万用表检测燃油位置传感器？ ………………………… 246
363. 如何排除充电指示灯异常故障？ … 247
364. 如何快速判断机油压力警告灯的故障？ ……………………………… 247
365. 如何排除机油压力表故障？ ……… 248
366. 如何排除电磁式车速里程表的常见故障？ ………………………… 248
367. 如何排除冷却温度表的指示错误故障？ ……………………………… 249
368. 本田汽车组合仪表的诊断步骤与方法如何？ ………………………… 249
369. 如何执行东风日产组合仪表的自诊断模式？ ……………………… 249
370. 如何排除丰田凯美瑞仪表照明在晚上不变光故障？ ……………………… 250
背景知识加油站 2 防盗系统 ……………… 250
371. 汽车防盗系统有何作用？ ………… 251
372. 汽车防盗系统分为哪几类？ ……… 251
373. 汽车防盗系统控制方法有哪些？ … 251
374. 电子式防盗系统在汽车上是如何布置的？ ……………………………… 252
375. 中央电控门锁系统的组成有

哪些？ …… 252
376. 如何排除中央电控门锁系统故障？ …… 253
377. 如何判断遥控接收器的故障？ …… 253
378. 电子式防盗门锁由哪些部分组成？ …… 254
379. 丰田防起动系统的组成和工作原理是什么？ …… 254
380. 本田防起动系统的组成和工作原理是什么？ …… 254
381. 如何匹配通用车系中控防盗系统？ …… 255
382. 怎样进行通用汽车防盗系统的性能检测？ …… 255
383. 怎样匹配奥迪 A6 轿车遥控器？ …… 255
384. 怎样匹配迈腾轿车防盗系统？ …… 256
385. 如何检修捷达轿车发动机防盗系统？ …… 256
386. 如何排除丰田轿车智能进入和起动系统故障？ …… 257
387. 如何排除本田防起动系统 DTC B1906？ …… 258
388. 如何排除本田防启动系统 DTC B1925？ …… 258
背景知识加油站 3　照明系统 …… 259
389. 汽车前照明灯主要有哪些技术要求？ …… 260
390. 前照灯的作用及控制电路如何？ …… 260
391. 前照灯主要部件的结构与原理如何？ …… 261
392. 转向信号灯的作用及控制原理如何？ …… 262
393. 危险警告灯的作用及控制原理如何？ …… 263
394. 制动灯的作用及控制原理如何？ …… 263
395. 灯泡的规格有几种表示方法？ …… 263
396. 灯泡的光电参数与规定如何？ …… 264
397. 灯泡的燃点寿命和哪些因素有关？ …… 264
398. 什么是氙气前照灯？ …… 265
399. 如何安装氙气前照灯？ …… 265
400. 如何调整前照灯光束？ …… 266
401. 如何判断照明系统灯光线路断路？ …… 266
402. 如何判断照明系统灯光线路短路？ …… 267
403. 汽车照明开关有哪些？ …… 267
404. 如何判断灯光组合开关故障？ …… 267
405. 如何排除左右前照灯的亮度不一致故障？ …… 268
406. 如何排除转向信号灯闪光频率不正常故障？ …… 268
407. 如何排除倒车灯不工作故障？ …… 269
408. 如何排除前雾灯开关电路故障？ …… 269
409. 如何排除 AFS 不工作故障？ …… 269
410. 如何排除 AFS 报警信号灯变亮故障？ …… 269
411. 如何排除 AFS 不能调节前照灯光轴的故障？ …… 270
412. 如何排除 AFS ECU 电源电路故障？ …… 270
背景知识加油站 4　音响与导航系统 …… 271
413. 汽车音响与导航系统主要由哪几部分组成？ …… 271
414. 汽车音响的结构与原理如何？ …… 272
415. 检修汽车音响有哪些注意事项？ …… 274
416. 音响检修的基本流程如何？ …… 274
417. 汽车音响的检修方法有哪些？ …… 275
418. 汽车音响整机不工作如何处理？ …… 276
419. 排除磁带放音部分故障的注意事项及技巧有哪些？ …… 276
420. 如何判断扬声器的好坏？ …… 276
421. 如何避免音响系统锁止？ …… 276
422. 音响系统锁止应如何处理？ …… 277
423. 如何排除收音机 AM/FM 接收不良？ …… 277
424. 如何排除唱片不能弹出故障？ …… 277
425. 如何排除 6 碟 DVD 音响不能载入所有唱片故障？ …… 278
426. 如何排除收音机不能换台故障？ …… 278



427. 如何设置通用车系音响密码？ …… 278
428. 怎样设置丰田大霸王轿车音响的解码程序？ …… 278
429. 如何对思铂睿的音响进行自诊断？ …… 279
430. 导航系统主要由哪几部分组成？ … 280
431. 导航系统工作原理是什么？ …… 280
432. 如何排除导航 ECU 接收器故障？ …… 281
433. 如何排除导航系统车辆位置偏离路线故障？ …… 281
434. 如何排除车辆的运动方向与导航系统标注运动方向相反故障？ …… 281
背景知识加油站 5　刮水器与洗涤系统 …… 281
435. 如何维护风窗玻璃刮水器及洗涤器？ …… 283
436. 如何诊断刮水器常见的故障？ …… 283
437. 如何诊断洗涤器常见的故障？ …… 284
438. 怎样排除刮水器不能自动停位故障？ …… 284
439. 如何检查间歇继电器？ …… 284
440. 如何检查刮水器电动机？ …… 285
441. 如何排除刮水器工作时，刮片出现颤动故障？ …… 285
442. 怎样检修刮水器连动机构？ …… 285
443. 怎样测试洗涤器电动机？ …… 286
444. 雨滴/光线自动感应的控制原理如何？ …… 286
445. 雨滴传感器如何进行初始化设置？ …… 287
背景知识加油站 6　车载网络系统技术 …… 287
446. 什么是数据总线？ …… 288
447. 什么是 LAN 系统？ …… 288
448. 车载 CAN 总线系统有哪些特点？ …… 288
449. CAN 数据传输系统部件有哪些功能？ …… 289
450. CAN 总线数据传输系统有哪些类型？ …… 289
451. CAN 系统由哪些模块组成？ …… 290
452. CAN 数据传输系统有哪些优点？ … 290
453. 如何检测 CAN 系统节点故障？ …… 291
454. 如何判断 CAN 系统链路出现故障？ …… 291
455. 如何检测 CAN 系统电源系统故障？ …… 291
456. 车载网络系统检修有哪些注意事项？ …… 291
457. 车载网络检修的一般步骤有哪些？ …… 292
458. 如何使用诊断仪检测 CAN 总线？ …… 292
459. 如何排除东风日产启辰数据接口与 ABS 执行器和电气单元之间电路故障？ …… 294
460. 如何排除东风日产启辰 ABS 执行器和电气单元电路故障？ …… 294
461. 如何排除东风日产启辰 CAN 通信电路故障？ …… 294
462. 丰田凯美瑞轿车 CAN 总线系统如何设置？ …… 295
463. 如何判断丰田锐志网关 ECU 故障？ …… 296
464. 如何查找丰田锐志 CAN 短路故障？ …… 296
背景知识加油站 7　辅助电器系统 …… 297
465. 电动座椅主要由哪几部分组成？ … 298
466. 电动座椅工作原理如何？ …… 298
467. 电动座椅的位置如何调节？ …… 298
468. 带储存功能的电动座椅的结构如何？ …… 299
469. 如何检测调节电动机？ …… 299
470. 如何检测调节开关？ …… 300
471. 座椅某个方向不能调节如何处理？ …… 300
472. 座椅所有方向不能调节如何处理？ …… 300
473. 电动车窗结构如何？ …… 300
474. 防夹功能电动车窗原理如何？ …… 301
475. 电动车窗如何初始化？ …… 301

476. 所有车窗不能升降如何处理？ …… 301
477. 某个车窗不能升降如何处理？ …… 301
478. 电动后视镜结构如何？ …………… 301
479. 电喇叭的作用与结构如何？ ……… 301
480. 喇叭继电器的作用是什么？ ……… 302
481. 电喇叭控制电路如何检修？ ……… 302
482. 电动天窗结构如何？ ……………… 303
483. 如何检查天窗驱动电动机？ ……… 303
484. 如何检查天窗控制开关？ ………… 304
485. 如何匹配天窗控制单元？ ………… 304
486. 匹配天窗控制单元有哪些注意事项？ ………………………… 304
第十一章　电路识读与配电系统 ……… 305
背景知识加油站1　电路识读 ……………… 305
487. 汽车电路有哪几种？ ……………… 305
488. 怎样利用电路图分析故障？ ……… 306
489. 怎样读懂电路图？ ………………… 307
490. 如何读懂汽车电路原理图？ ……… 308
491. 怎样读懂汽车电气位置图？ ……… 309
492. 如何读懂线束布置图？ …………… 310
493. 怎样读懂起动机控制线图？ ……… 310
494. 怎样读懂充电系统控制线图？ …… 311
495. 大众汽车电路图有哪些特点？ …… 311
496. 通用汽车电路图有哪些特点？ …… 312
497. 丰田汽车电路图有哪些特点？ …… 313
498. 雪铁龙汽车电路图有哪些特点？ … 313
背景知识加油站2　配电系统 ……………… 314
499. 汽车配电系统由哪些部件组成？ … 314
500. 汽车电气线路有哪些技术要求？ … 314
501. 汽车导线的类别主要有哪些？ …… 314
502. 使用熔丝有哪些注意事项？ ……… 316
503. 断电器有什么功用？ ……………… 316
504. 常用继电器的功用与类型有哪些？ ………………………… 316
505. 熔丝/继电器盒是如何构成的？ …… 317
506. 如何排除配电系统搭铁引起的疑难故障？ …………………… 318
507. 点火开关的结构与功用如何？ …… 318
508. 汽车电气系统的故障种类有哪些？ ………………………… 318
509. 如何运用直观诊断法判断汽车电气系统故障？ ……………… 319
510. 如何运用断路法判断汽车电气系统故障？ ………………… 319
511. 如何运用短路法判断汽车电气系统故障？ ………………… 319
512. 如何运用试灯法判断汽车电气系统故障？ ………………… 319
513. 如何运用换件法判断汽车电气系统故障？ ………………… 319
514. 如何运用电阻法判断汽车电气系统故障？ ………………… 320
515. 如何运用电压法判断汽车电气系统故障？ ………………… 320
516. 如何运用电流法判断汽车电气系统故障？ ………………… 321
517. 如何运用通电法判断汽车电气系统故障？ ………………… 321
518. 如何运用比较/分析法判断汽车电气系统故障？ ……………… 321
参考文献 …………………………… 322

第一章　不可不知的汽车电控新技术

本章学习要点

1. 了解和掌握发动机各种新技术定义和组成
2. 了解和掌握发动机各种新技术工作原理及特点
3. 了解变速器各种新技术的结构和工作原理
4. 熟悉制动系统各种新技术的结构和工作原理
5. 熟悉四驱技术的结构和工作原理
6. 了解车身电气各种新技术定义和组成
7. 了解车身电气各种新技术工作原理及特点



背景知识加油站 1　发动机新技术

一、发动机新技术概述

汽车发动机新技术的发展趋势是努力实现“节能减排”，改善汽车的动力性、经济性、舒适性及环保性，同时电子技术的发展促使发动机新技术具有综合性，主要技术特点如下：

① 利用热力原理，通过优化气缸燃烧室结构设计，控制燃烧室面积与容积之比，使燃烧室更加紧凑，从而改变燃油在燃烧室的燃烧状态，在确保一个较高的压缩比的前提下，使压缩比更加有利于提高热效率，有效提升发动机功率。

② 改进燃烧室点火系统，使混合燃油在火花塞放电的瞬间燃烧更充分。传统的小型汽油发动机的热效率为25% ~30%，目前可提升到35% ~40%，甚至更高。

③ 配合新型气缸燃烧室结构，改变配气系统，使进气、排气更加均衡、匹配，进入燃烧室的混合燃油经过充分燃烧后，再排出发动机，减少了爆燃，有效控制和降低了发动机废气排放中的 CO、HC、SO_2、NO_x 等有害物质。

二、发动机新技术的应用

发动机新技术目前主要应用在高级豪华轿车上，如智能可变气门正时系统在丰田、本田、大众车系中采用，兼顾高速及低速不同工况，提高发动机的动力性和经济性；降低发动机的排放；改善发动机怠速及低速时的性能及稳定性。

1. 什么是FSI技术?

（1）定义　FSI是Fuel Stratified Injection的缩写，即缸内直接喷射，是大众公司开发的，与传统汽油发动机供油方式相比提高了燃烧效率。

（2）结构特点　采用FSI技术的发动机通过一个活塞泵提供所需的10MPa以上的压力，将汽油提供给位于气缸内的电磁喷油器。然后通过电脑控制喷油器将燃料在最恰当的时间直接注入燃烧室，其控制的精确度非常高。

学习提示：FSI技术采用了两种不同的注油模式，即分层注油和均匀注油模式。ECU不断地根据发动机的工作状况改变注油模式，始终保持最适宜的供油方式。

1. 发动机低速或中速运转时采用分层注油模式

分层注油方式可充分提高发动机的经济性，因为在转速较低、负荷较小时除了火花塞周围需要形成浓度较高的油气混合物外，燃烧室的其他地方只需空气含量较高的混合气即可，而FSI使其与理想状态非常接近。

2. 发动机高速运转时采用均匀注油模式

均匀注油模式是在节气门完全开启，发动机高速运转时，大量空气高速进入气缸形成较强涡流并与汽油均匀混合，从而促进燃油充分燃烧，提高发动机的动力输出。

2. 什么是TSI技术?

（1）定义　TSI是Turbo－charging（涡轮增压技术）、Super－charging（机械增压技术）和Injection（燃油直喷技术）三个首字母的缩写，它是在FSI技术的基础上开发的，主要应用于新宝来、高尔夫A6、速腾及迈腾等大众车系。

（2）结构特点

1）涡轮增压技术。涡轮增压器实际上就是一个空气压缩机，利用发动机排出的废气推动涡轮高速旋转，将空气压缩进入气缸，如图1-1所示。

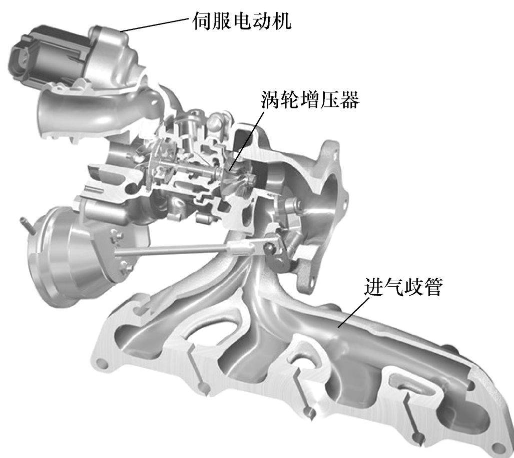


图1-1　涡轮增压系统结构

学习提示：随着发动机转速加快，废气排出速度加快，使涡轮转速也加快，空气压缩程度就增大，发动机的进气量就相应增加，从而提高发动机动力。



2）燃油直喷技术。如图 1-2 所示，喷油器安装于气缸内，直接将燃油喷入气缸内与空气混合，使油气能够在整个气缸内充分、均匀地混合，从而使燃油充分燃烧，能量转化效率更高。



3. 增压直喷发动机有哪些优势？

缸内直喷和增压技术的应用实现发动机动力的提升，最明显的优势特征在于 TSI 发动机在低转速时即可产生高转矩，并在一个很宽的转速范围内保持最大转矩输出，实现了节能、环保、增强动力的目的。

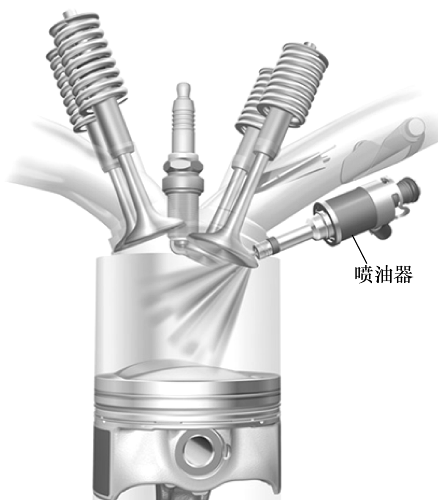


图 1-2　燃油直喷系统结构

> 学习提示：
>
> ① 汽油经新型高压燃油泵和 6 孔喷油器直接喷入气缸内与压缩空气混合，带来更理想的油气混合及更高的压缩比，使燃烧过程更充分。
>
> ② 燃油消耗下降，而且车辆动态响应更迅速，中速加速性能更强。



4. 什么是 SOHC 与 DOHC 技术？

（1）定义

1）SOHC（Single Overhead Camshaft）是指单顶置凸轮轴发动机。如图 1-3 所示，它在气缸盖上用一根凸轮轴直接驱动进、排气门，适用于高速发动机。

2）DOHC（Double Overhead Camshaft）表示双顶置凸轮轴发动机，一般每缸有多个气门，普遍是 4 气门（即 2 个进气门和 2 个排气门），如图 1-4 所示。

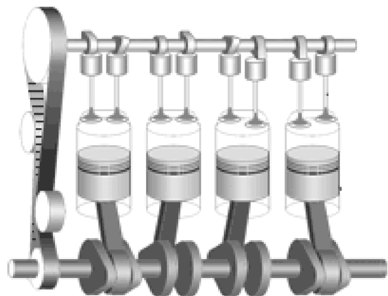


图 1-3　单顶置凸轮轴发动机

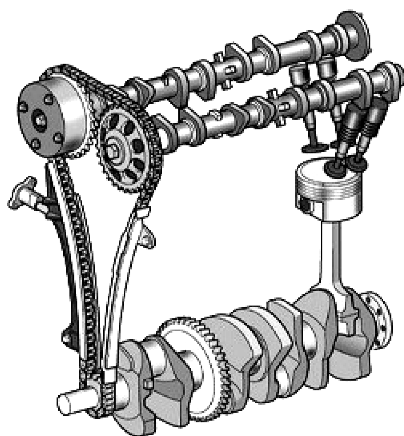


图 1-4　双顶置凸轮轴发动机

（2）优缺点　SOHC结构简单，维修容易，而DOHC结构复杂但控制更精确，点火控制更好，目前DOHC相对SOHC应用更为广泛。

 5. 什么是多气门技术？

多气门是指每个气缸有超过两个气门的技术。采用最多的是2进2排的4气门，也有3进2排的5气门，如图1-5所示。与传统的每缸一个进气门和一个排气门的发动机相比，多气门技术大幅度提高了发动机的吸气、排气效率。



图1-5　3进2排的5气门发动机

 6. 什么是废气再循环技术？

（1）定义　废气再循环技术的英文为Exhaust Gas Recirculation，它是针对发动机排气中有害气体之一的氮氧化合物NO_x所设置的排气净化装置。

（2）结构特点　发动机控制单元即ECU根据发动机的转速、负荷（节气门开度）、温度、进气流量、排气温度控制电磁阀适时地打开，进气管真空度经电磁阀进入EGR阀真空膜室，膜片拉杆将EGR阀门打开，排气中的少部分废气经EGR阀进入进气系统，与混合气混合后进入气缸参与燃烧。

学习提示：当发动机在怠速、低速、小负荷及冷机时，ECU控制废气不参与再循环，避免发动机性能受到影响；当发动机超过一定的转速、负荷及达到一定的温度时，ECU控制少部分废气参与再循环，而且参与再循环的废气量根据发动机转速、负荷、温度及废气温度的不同而不同，以使废气中的NO_x最低。

 7. 什么是可变进气系统技术？

（1）定义　可变进气系统技术简称VIS（Variable Intake System），它是根据发动机不同转速的转矩需求，控制VIS阀的打开或关闭，从而调整进气歧管路径的长短。与传统的进气



系统相比，VIS 可提高发动机的最佳进气效率，提升发动机动力性。它主要应用于丰田、大众等车系中。

（2）结构特点　可变进气系统技术有效改变进气歧管的长度，有效控制进气气流在进气道中的流动惯性，使气流的流动压力波的频率和进气门的频率在不同工况下适时吻合，从而最大程度保证发动机在任何工况达到最佳充气效率状态。

学习提示：当发动机转速小于4500r/min，VIS 不起作用，VIS 阀门关闭，气流路径较长；当发动机转速大于4500r/min，VIS 起作用，VIS 阀门打开，气流路径较短。



8. 什么是可变配气相位技术？

（1）定义　可变配气相位技术是指进、排气门开闭时刻和开启持续时间随发动机工况的变化而改变，从而提高了发动机充气效率。

（2）结构特点　进气配气相位为 180° + 进气提前角 α + 进气迟后角 β；排气配气相位为 180° + 排气提前角 γ + 排气迟后角 δ，如图 1-6所示。

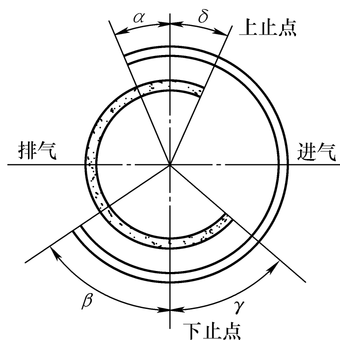


图 1-6　可变配气相位

学习提示：

① 进气提前角 α 为 10°～30°。

② 进气迟后角 β 为 40°～80°。

③ 排气提前角 γ 为 40°～80°。

④ 排气迟后角 δ 为 10°～30°。

⑤ 气门重叠角为 $\alpha+\delta$。



9. 丰田 VVT－i 系统的结构与原理如何？

（1）VVT－i 定义　VVT－i 是 Variable Valve Timing－intelligent 的缩写，其含义是智能正时可变气门控制。与传统的配气系统相比，VVT－i 可根据发动机的状态控制进气凸轮轴，通过调整凸轮轴转角对配气时机进行优化，以获得最佳的配气正时。

学习提示：VVT－i 主要作用是提高了进气效率，实现了低、中转速范围内转矩的充分输出，保证了各个工况下都能得到足够的动力表现。

（2）VVT－i 的结构与原理　如图 1-7 所示，VVT－i 系统由 VVT－i 控制器、凸轮轴正时机油控制阀和 VVT 传感器三部分组成，它主要是由发动机 ECU 发出控制指令，控制凸轮轴正时控制阀开启或关闭，然后通过 VVT－i 控制器内部油压的作用实现配气正时的改变。

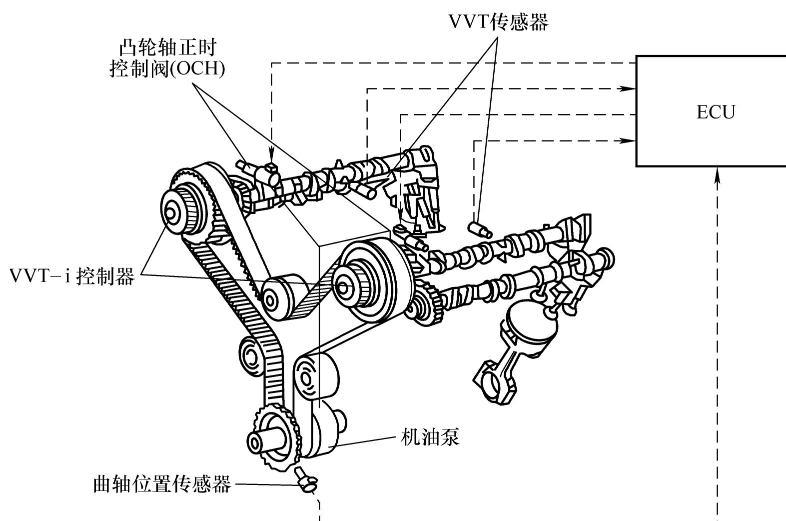


图1-7　VVT-i的结构与原理

 10. VTEC系统的结构与工作原理如何？

（1）VTEC定义　本田VTEC（Variable Valve Timing & Lift Electronic Control System）即电子控制可变气门正时控制系统，当改变气门升程时，气门正时与气门重叠角随之改变。

（2）VTEC结构与工作原理　VTEC主要由凸轮轴、主摇臂、中间摇臂、次摇臂、主同步活塞、中间同步活塞、次同步活塞等部件组成，如图1-8所示。VTEC工作原理及过程如图1-9所示。普通的发动机配气相位和气门升程固定不变，无法适应不同转速下发动机对进排气的需求，而采用VTEC系统，无论是高转速还是低转速，发动机都能获得最佳的配气相位。

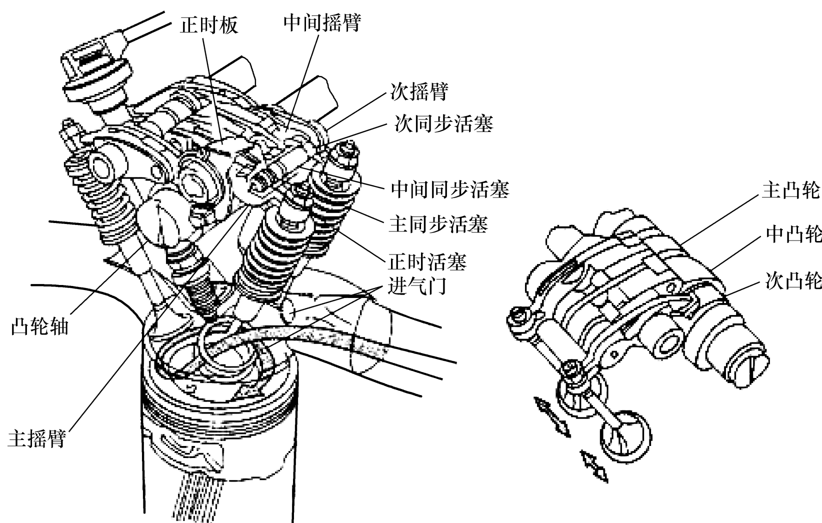


图1-8　VTEC结构



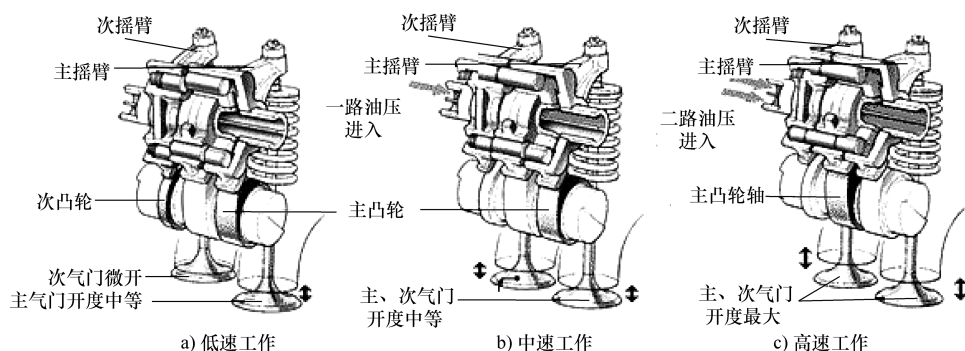


图 1-9　VTEC 工作过程

学习提示：

① 当发动机在中低速工作时，控制系统控制主、次摇臂与中间摇臂分离，利用两侧的低速凸轮驱动主、次摇臂，压动气门开启。中间摇臂在弹簧的作用下与中凸轮一起转动，但此时由于没有油压作用于同步活塞，所以中间摇臂与气门的开闭无关。

② 当发动机高速运转时，控制系统使摇臂内部的液压活塞沿箭头方向移动。此时主、副及中间摇臂在同步活塞的作用下连成一体，均由中凸轮来驱动，从而获得高功率所需的配气正时和气门升程。



11. PCV 系统的结构与工作原理如何?

（1）PCV 定义　PCV 是英文 Positive Crankcase Ventilation 的缩写，中文的意思是曲轴箱强制通风控制系统。它的功用是将曲轴箱内的窜气导入发动机燃烧室燃烧，以免活塞和气缸壁之间的窜气逸入大气中，造成环境污染。

（2）PCV 结构与工作原理　PCV 装置主要由通气软管、PCV 阀组成，如图 1-10 所示。

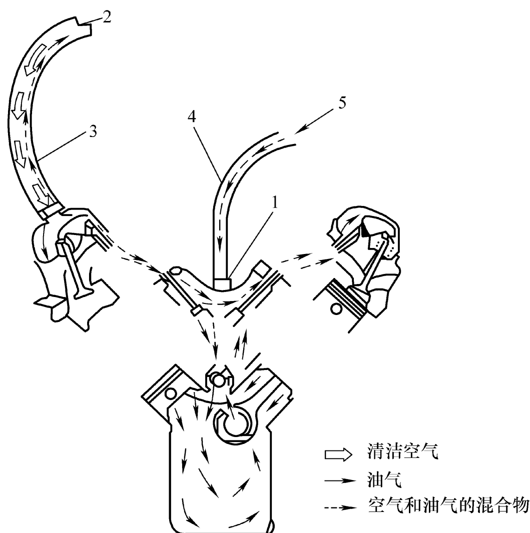


图 1-10　PCV 结构与工作原理

1—PCV 阀　2—PCV 阀软管　3—至节气门体　4—至进气歧管　5—曲轴箱通风软管

通气软管一条接通空气滤清器至节气门体，另一条接通PCV阀至进气歧管。

学习提示：PCV系统的工作过程：经空气滤清器过滤的新鲜空气进入曲轴箱内，与窜气混合后，由PCV阀控制，再经进气歧管进入燃烧室与可燃混合气一起燃烧。

 12. 什么是EVAP系统？

（1）定义　EVAP系统是指燃油蒸发控制系统，它的主要功用是存储燃油系统产生的燃油蒸气（HC），然后适时地送入进气歧管，与正常混合气混合后进入发动机燃烧，使燃油得到充分利用。此外，还可以降低油耗，减少环境污染。

（2）EVAP系统结构　EVAP系统一般由活性炭罐、EVAP炭罐净化阀、燃油箱盖、蒸气分离阀和管路等组成，如图1-11所示。

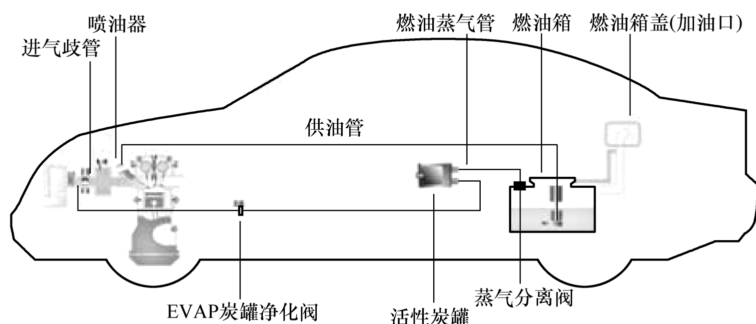


图1-11　EVAP系统结构

（3）EVAP系统工作原理　来自燃油箱内的燃油蒸气（HC），经油箱管道进入活性炭罐后，蒸气中的燃油分子被吸附在活性炭颗粒表面，活性炭罐有一个出口，由软管与发动机进气歧管相连。软管的中部设一个EVAP炭罐净化阀，它由发动机控制单元ECU发出指令控制净化阀的通断，来控制管路蒸气。

 13. 什么是智能双火花塞顺序点火技术？

（1）定义　智能双火花塞顺序点火技术，简称I－DSI（Intelligent Dual Sequential Ignition），即将1个气缸采用1个火花塞控制点火的方式改为在1个气缸上安装2个火花塞，并分别设在进气侧和排气侧，如图1-12所示。

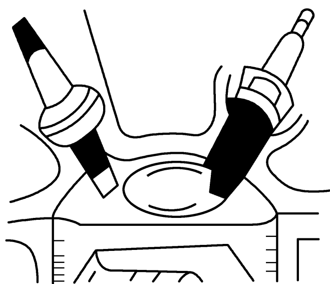


图1-12　双火花塞结构

（2）I－DSI系统的主要功能　ECU根据发动机转速及进气歧管压力来控制进排气侧火花塞的点火相位。

学习提示：

① 当怠速时，两火花塞同时点火可以加快燃烧速度降低油耗。

② 当低速、低负荷时，燃烧室内温度较低的进气侧先点火，以促进燃烧，降低油耗。

③ 当低速、大负荷时，进气侧为点火提前角、排气侧为点火延迟角，增大扭力，防止爆燃。

④ 当高速时，两火花塞同时点火可以加快燃烧速度提高功率。



（3）优点　I－DSI 缩短了燃烧室内火焰传播的时间，并能急速燃烧，降低了发动机爆燃的倾向，提气缸高压缩比，实现了高输出功率、高输出转矩及低油耗的统一，主要应用在飞度和思迪轿车上。



14. 电子节气门的结构与工作原理如何?

（1）结构　电子节气门一般由节气门位置传感器、节气门执行器、节气门控制 ECU、加速踏板位置传感器等组成，如图 1-13 所示。

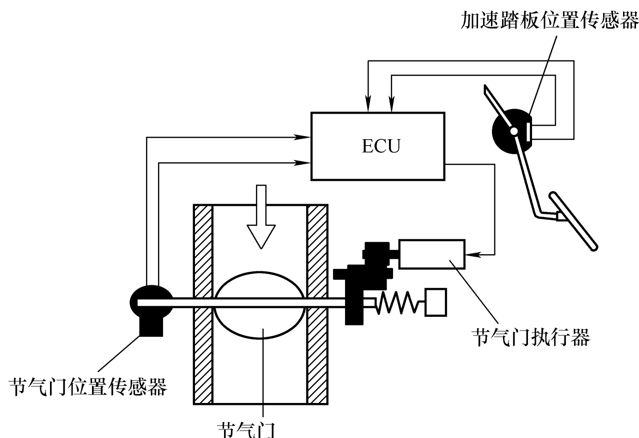


图 1-13　电子节气门结构

（2）工作原理　加速踏板位置传感器将驾驶人需要加速或减速的信息传递给发动机 ECU，ECU 根据得到的信息，计算出相应的最佳节气门位置，发出控制信号给节气门执行器，由节气门执行器将节气门开度控制在计算出的最佳节气门位置。

学习提示： ECU 通过与其他电子控制单元进行通信，并根据得到的节气门位置传感器、发动机转速传感器、车速传感器等送来的信号对节气门的最佳位置进行不断修正，使节气门的开度达到理想的位置。

（3）优缺点　电子节气门相比传统节气门更省油，能更加精准地控制燃油喷射量，但电控系统结构复杂，不便于故障诊断与维修，目前主要应用于中高级豪华轿车上。



15. 电子气门技术结构与工作原理如何?

（1）定义　电子气门技术就是电子气门调节系统，英文为“Valve Tronic”，主要依靠电子控制进气阀门开启的深度来控制进气量。

（2）结构与工作原理　电子气门主要由直流电动机、位置传感器以及气门组件等组成，如图 1-14 所示。当踩下加速踏板时，信号以电子、数字方式传送给了发动机阀门上端的直流电动机。当直流电动机接到信号后会作适度转动，经由一套额外加的摇臂、控制杆、偏心凸轮等部件，然后改变进气阀门开启的深度来实现气门调节功能。

学习提示：当加速踏板位置越大，进气阀门便开得越深，相应进气量增大；当加速踏板位置越小，进气阀门便开越浅，相应进气量减小。

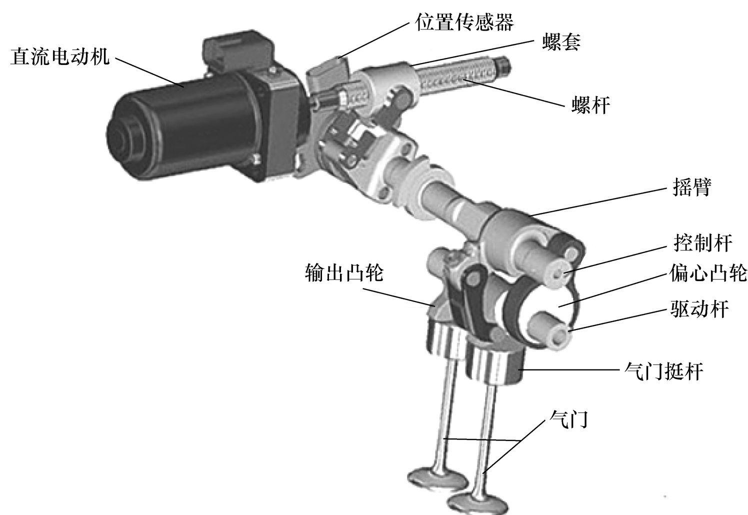


图1-14　电子气门结构与工作原理

（3）优点　在传统的发动机上，输出功率的控制几乎完全依靠节气门对进气进行“节流”而实现，而电子气门技术能够确保发动机燃油利用率和响应速度达到最佳状态，提高了发动机运转平稳性，主要应用于宝马轿车中。

 16. 发动机起停系统的功用与工作原理如何？

（1）功用　发动机起停系统（Start－stop System）的功用是最大限度地减少发动机怠速时燃油的损耗，避免能源的浪费，同时还起到降低排放的作用，主要应用于风神S30、长安CX30、中华530混合动力轿车中。

（2）工作原理

1）手动档车型。当车辆处于怠速状态时，发动机自动关闭，而需要重新起动时，驾驶人直接踩离合踏板，发动机将自动起动。如图1-15所示，以车辆过红绿灯为例说明起停系统工作顺序。

学习提示：当车辆遇到红灯减速停车时，将变速杆换入空档，此时再抬起离合器，当车轮转速传感器显示为0，并且蓄电池传感器显示有足够电量可以进行下一次起动时，行车电脑即会自动停止发动机工作；当准备继续前行时，只要踩下离合踏板，系统中的“起动停止器”电动机就会快速将发动机起动，进入正常行车状态。

2）自动档车型。在车辆行驶中只要直接踩下制动踏板，车辆完全停止大概2s后发动机就会自动熄火，一直踩着制动踏板，发动机就会保持关闭。只要一松开制动踏板，或者转动转向盘，发动机将自动起动。



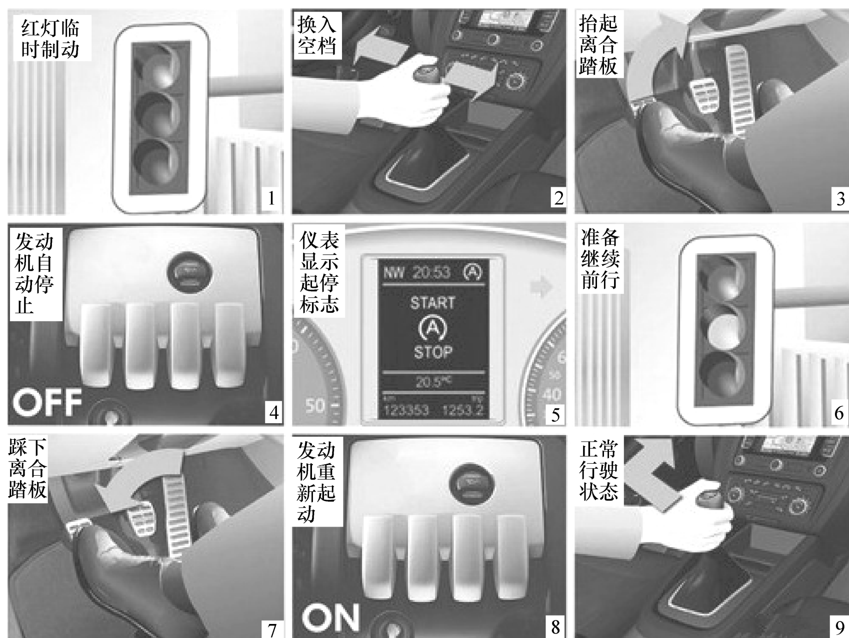


图 1-15　手动档车型起停系统工作顺序



17. 发动机停缸技术的原理是什么?

（1）定义　当发动机部分负荷时，切断部分气缸的供油而使工作气缸的负荷提高，以改善发动机性能的技术称为停缸技术。

（2）工作原理　发动机停缸技术的原理是在发动机处于中低负荷情况下，控制系统使部分气缸停止工作；当需要大功率时，控制系统则让全部气缸工作。下面以本田开发的 VCM 技术说明停缸技术。

VCM 通过 VTEC 系统关闭进、排气门，以中止特定气缸的工作，与此同时，由动力传动系控制模块切断这些气缸的燃油供给，如图 1-16 所示，它通过一套液压装置来驱动链接的气门摇臂的断开或结合来实现。

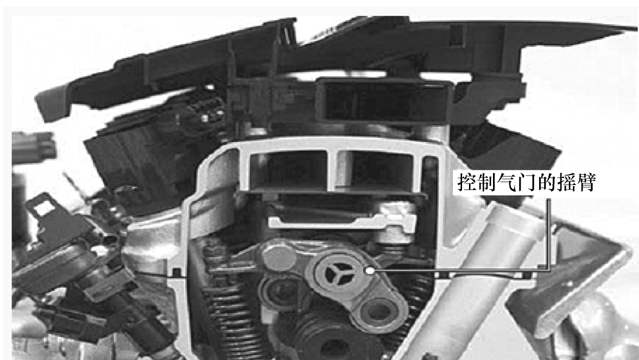


图 1-16　VCM 结构

学习提示：实现停缸的方法有三种，第一种仅仅停止供油；第二种停止气门运动和断油；第三种断油的同时引入工作缸的废气到不做功的气缸内。目前主流停缸方式是关闭进排气门和切断燃油喷射。

（3）优点　发动机停缸技术能够在气缸与气缸之间实现不同的工作模式，保证动力性的同时，使燃油利用率和排放净化性能达到最佳水平，主要应用在凯迪拉克、克莱斯勒及广汽本田雅阁3.5L等系列轿车中。



18. 混合动力汽车的结构与工作原理如何？

（1）定义　混合动力汽车（英文为Hybrid Electric Vehicle，缩写为HEV）是指车上装有两个以上动力源，如蓄电池、燃料电池、太阳能电池、内燃机。

学习提示：目前混合动力汽车一般是指内燃机，再加上蓄电池的汽车。

（2）结构与工作原理　混合动力动力汽车主要由控制系统、驱动系统、辅助动力系统和电池组等系统构成，具体部件分布如图1-17所示。

HEV采用发动机－发电机和电动驱动系统，发动机的动力保证HEV正常行驶时所需要的基本动力。电动驱动系统作为辅助动力，一般在车辆起动、加速和爬坡时起作用。此外还能起发电机的作用，使发动机的动能转换为电能，储存到电池组中。

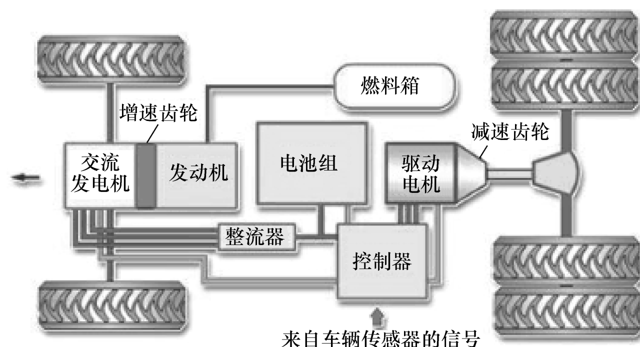


图1-17　HEV结构与原理

（3）优点　与汽油发动机相比，HEV的发动机能一直保持在最佳工况状态，动力性好，排放量更低，目前主要应用于途锐、凯美瑞、思域、宝马7系和X6等高级轿车中。



19. 燃料电池汽车工作原理如何？

（1）定义　燃料电池汽车（英文Fuel Cell Vehicles，缩写为FCV）是电动汽车的一种，其电池的能量是通过氢气和氧气的化学作用，而不是经过燃烧，直接变成电能获得。燃料电池技术目前已在本田和丰田汽车中应用，是新一代汽车的发展趋势。

（2）FCV工作原理　FCV工作过程主要分为加速、制动、负载功率过小三种状态，其原理如图1-18所示。



学习提示：

① 加速状态：在驾驶人踩下加速踏板状态下，对应于峰值功率指令，燃料电池系统与峰值电源两者都向电动机驱动子系统供给牵引功率。

② 制动状态：在驾驶人踩下制动踏板状态下，电机运行于发电机状态，将部分制动能量转换为电能，并储存在峰值电源中。

③ 负载功率过小状态：当负载功率小于燃料电池系统的额定功率时，峰值电源也能从燃料电池系统补充、恢复其能量。

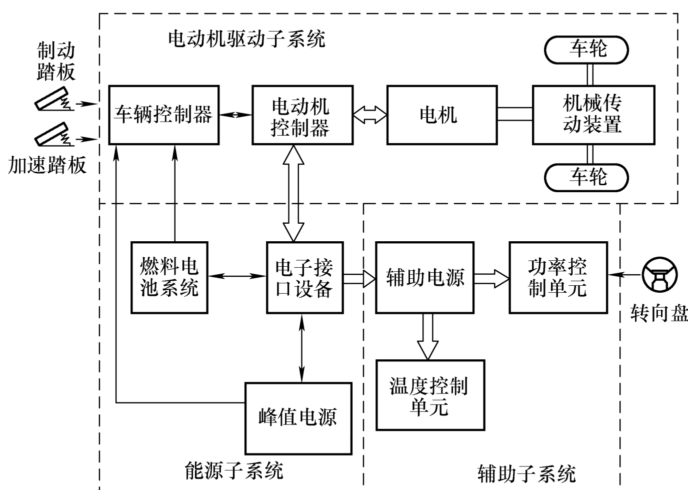


图 1-18　FCV 工作原理



20. 太阳能汽车结构和工作原理如何？

（1）定义　太阳能汽车（英文 Solar Energy Automobile）就是利用太阳能作为能源行驶的汽车，具有节能、安全、环保的特点。

（2）结构和工作原理　太阳能汽车主要是由太阳能电池板、储能装置和电机三大系统组成，其结构和工作原理如图 1-19 所示。光照射在电池板上产生电流，通过峰值功率跟踪仪以及蓄电池的充电控制器输送至蓄电池存储或直接送给电动机工作，然后驱动汽车行驶。

学习提示：

① 太阳能汽车在行驶过程中，日照条件比较好时，电能将直接输送给电动机驱动太阳能汽车，同时将剩余的电能通过蓄电池充电控制器送给蓄电池储存备用。

② 如果日照条件不佳，太阳能汽车将使用蓄电池中存储的电能和太阳能电池产生的电能共同驱动电动机工作。

③ 太阳能汽车停止时，电能全部用于蓄电池存储。

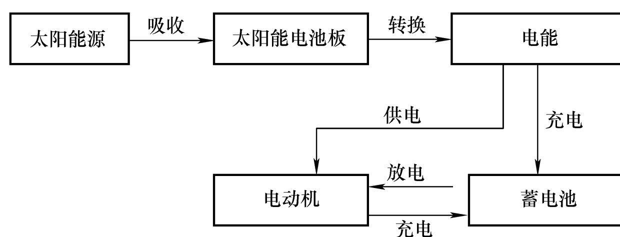


图1-19　太阳能汽车结构和工作原理

（3）优点　太阳能汽车以光能代替石油，可节约有限的石油资源。太阳能电池板能把光能转换为电能自动存储在蓄电池中。目前太阳能汽车已引起人们的极大重视，并将在今后得到迅速的发展。



背景知识加油站2　变速器新技术

一、变速器的功用

变速器用来改变发动机传到驱动轮上的转矩和转速，目的是在原地起步、爬坡、转弯、加速等各种行驶工况下，使汽车获得不同的牵引力和速度，同时使发动机在最佳工况范围内工作。变速器在车辆的行驶中主要起以下作用：

（1）变速器能使汽车以非常低的稳定车速行驶。

（2）变速器的倒档使汽车可以倒退行驶。

（3）变速器的空档使汽车在起动发动机、停车和滑行时能长时间将发动机与传动系分离。

二、变速器新技术

机电一体化技术的应用推动汽车变速器重大变革，如一汽大众的双离合器变速器（DSG），日本车系的无级变速器等智能电子自动变速器在汽车上的应用，大大提高了汽车的动力性。目前“TSI＋DSG黄金组合”动力总成技术，在迈腾、速腾、高尔夫、宝来等车型上应用。



21. 什么是宝马SMG变速器技术？

（1）定义　宝马SMG变速器（英文为Sequential Manual Gearbox）称为顺序式半自动变速器。其换档控制模式有S（手动）模式和A（自动）模式两种，在驾驶过程中两种模式可以随时切换。

（2）SMG变速器的结构　SMG变速器是由一台普通的齿轮变速器、一套自动换档机构和电子离合器所组成，其外形如图1-20所示。



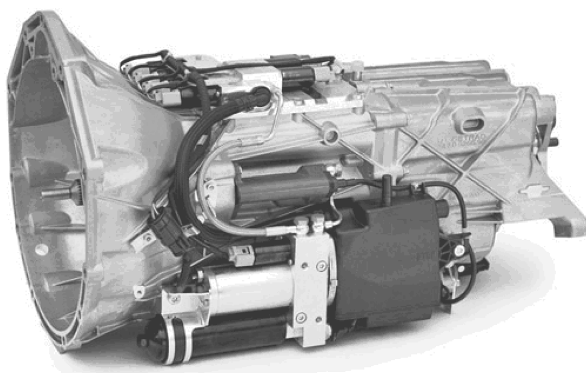


图 1-20　SMG 变速器外形

 22. 什么是无级变速器（CVT）技术？

（1）定义　CVT 技术即无级变速技术（英文为 Continuously Variable Transmission），它采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合来传递动力，可以实现传动比的连续改变，从而得到传动系与发动机工况的最佳匹配。

（2）CVT 的工作原理　金属带式 CVT 主要是通过改变主、从动轮和金属带的接触半径（即工作半径）来实现传动比的连续变化，如图 1-21 所示。

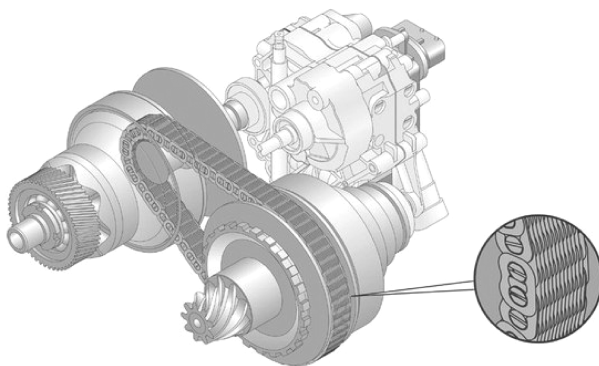


图 1-21　CVT 的工作原理

（3）优缺点　CVT 取代了传统自动变速器的传动齿轮，以钢带或链条进行传动，使驾驶平顺，实现无级换档，而缺点是制造成本要略高，传动带不能承受较大的转矩，目前主要应用日产天籁、奥迪 A6L、本田思迪等轿车中。

 23. 什么是手自一体变速器技术？

（1）定义　手自一体变速器技术就是将汽车的手动换档和自动换档结合在一起的变速方式。该变速器结合了自动变速器和手动变速器的优点，最大限度地减少了变速系统的功率损耗。

（2）手自一体变速器特点　手自一体变速器主要由普通的齿轮箱（和手动变速器一

样)、电子控制离合器、自动换档操纵机构和电子控制部分等组成。其变速杆包括手动和自动两种模式，如图1-22所示。



图1-22　新速腾手自一体变速器变速杆

 24. 什么是DSG变速器技术?

（1）定义　DSG（英文为Direct Shift Gearbox），指的是直接换档变速器，也称为S－Tronic变速器或者双离合变速器。DSG变速器是大众双离合技术的专有称谓。

（2）DSG组成与工作原理　DSG变速器主要由多片湿式双离合器、三轴式齿轮变速器、自动换档机构、电子控制液压控制系统组成，如图1-23所示。

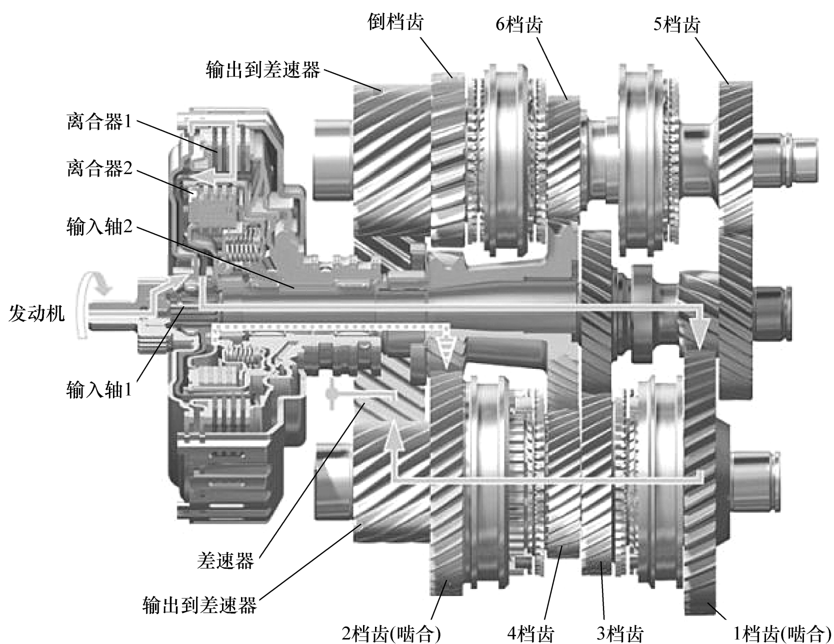


图1-23　DSG结构



学习提示：如图1-23所示，离合器1负责1档、3档、5档和倒档，离合器2负责2档、4档和6档；挂上奇数档时，离合器1结合，输入轴1工作，离合器2分离，输入轴2不工作，即在DSG变速器的工作过程中总是有2个档位是结合的，一个正在工作，另一个则为下一步做好准备；手动模式下可以进行跳跃降档：如果起始档位和最终档位属于同一个离合器控制的，则会通过另一离合器控制的档位转换一下，如果起始档位和最终档位不属于同一个离合器控制的，则可以直接跳跃降至所定档位。



背景知识加油站3　制动系统新技术

一、制动系统新技术发展

目前，ABS/ASR已在汽车制动系统中广泛使用，而成为更综合的车辆控制系统。现在高级轿车还采用ABS/ASR和ESP组成的智能化控制系统，电子控制系统之间通过CAN网络通信。随着电子信息，特别是大规模、超大规模集成电路的发展，汽车制动系统的形式也将发生变化。

二、未来汽车制动系统发展的趋势

全电控制系统是未来汽车发展方向。其主要包含以下部分：

（1）电动制动器　其结构和液压制动器基本类似，有盘式和鼓式两种，作动器是电动机。

（2）电制动控制单元（ECU）　接收制动踏板发出的信号，控制制动器制动；接收驻车制动信号，控制驻车制动；接收车轮传感器信号，识别车轮是否抱死、打滑等，控制车轮制动力，实现防抱死和驱动防滑。

（3）轮速传感器　准确、可靠、及时地获得车轮的速度。

（4）线束　给系统传递能源和电控制信号。

（5）电源　为整个电制动系统提供能源，与其他系统共用。



25. EVA紧急制动辅助装置的结构与工作原理如何？

（1）定义　EVA就是紧急制动辅助装置，主要作用是可以通过驾驶人踩制动踏板的力量和速度分析其制动的真实意图，避免普通的“点制动”而使车辆完全制动，同时也避免在驾驶人制动力度不足的情况下放弃制动干预的强度，目前应用于东风标致307及408等车型中。

（2）EVA结构与工作原理　EVA主要由制动踏板位置传感器、制动液压力传感器、主缸压力传感器、转速传感器、制动灯信号和ECU等组成。

EVA系统主要是利用传感器感应驾驶人对制动踏板踩踏的力度与速度大小，然后通过ECU判断驾驶人制动意图。

学习提示：如果属于非常紧急的制动，EVA此时就会指示制动系统产生更高的液压使ABS发挥作用，从而使制动力快速产生，减少制动距离。而对于正常情况的制动，EVA则会通过判断不予起动ABS。此外，EVA还可以有效防止常见的“追尾”意外。



26. 电子制动系统（ECB）的结构与工作原理如何？

（1）ECB功用　ECB系统能根据驾驶人踩制动踏板的程度和所施加的力计算所需的制动力，然后系统进行准确施加，目前应用于雷克萨斯LS600hL及LS460L等车型中。

（2）ECB结构与工作原理　以丰田为例，制动控制ECU和制动防滑控制ECU集成在一个单元，并和液压制动控制系统一起构成制动力控制系统，如图1-24所示。

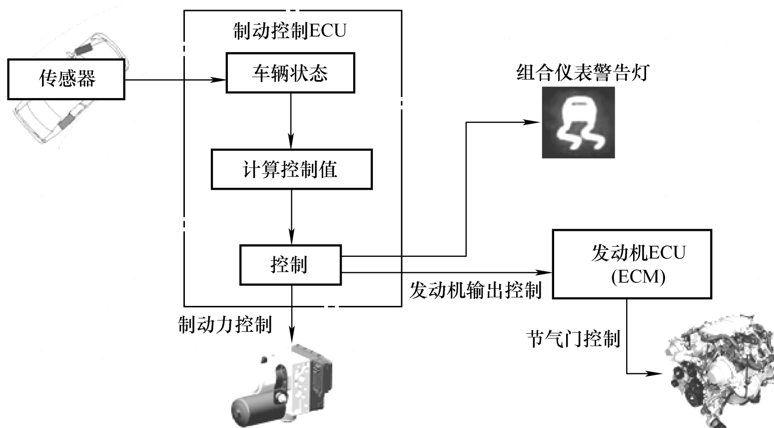


图1-24　ECB结构与工作原理



27. ESP的定义和工作原理如何？

（1）定义　ESP（Electronic Stability Program）是指电子稳定程序，主要是利用一个防滑感应器来探测汽车转向角度和车身沿纵轴的转向角度，大众速腾、福特福克斯等车型采用该技术。

学习提示：当探测到偏差时，ESP会精确地控制和调整每个制动片的压力，并能自动降低发动机的输出转矩。ESP不仅改善了汽车方向的控制，而且改善了汽车在任何情况下的稳定性。

（2）工作原理　ESP根据转向传感器（监测转向盘的转向角度）、车轮传感器（监测各个车轮的速度转动）、侧滑传感器（监测车体绕垂直轴线转动的状态）、横向加速度传感器（监测汽车转弯时的离心力）的信号，通过ESP控制单元对车辆的运行状态进行判断，从而发出控制指令。



28. HAC是如何工作的？

（1）定义　HAC（Hill－start Assist Control）的含义是上坡辅助系统，是在ESP系统基



础上研发出来的一种技术，应用于朗逸、奔驰 B200 及昊锐等车型中。

学习提示：HAC 可让车辆在坡上起步时，右脚离开制动踏板的瞬间车辆仍能继续保持制动几秒，以防止车辆后滑，如图 1-25 所示。同时还可以让驾驶人轻松地将脚由制动踏板转向加速踏板。

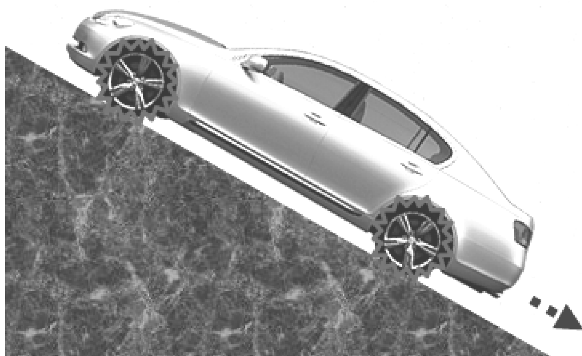


图 1-25　HAC 功用

（2）HAC 工作过程　如图 1-26 所示，HAC 的工作过程如下：

① 变速杆处于前进档（自动档车型）。

② 放开制动踏板。

③ 将脚由制动踏板转向加速踏板。

④ 驾驶人将驻车制动（某些车型为脚制动或电子制动）松开，并踩下加速踏板，HAC 便会自动取消。另外，在坡路上倒车时该系统同样起作用。

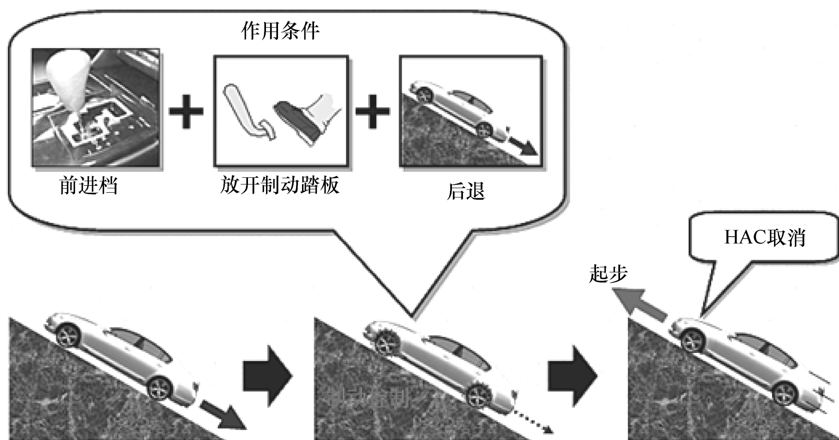


图 1-26　HAC 工作过程



29. 什么是汽车轮胎气压监测系统？

汽车轮胎气压监测系统（Tire Pressure Monitoring System，缩写 TPMS）是一种主动安全新技术的装置，应用于奥迪 A8、A6，宝马 7 系，奔驰 S－Class 等高级轿车中。

汽车轮胎气压监测系统利用 ABS 系统轮速传感信号，通过对行驶中车辆轮胎压力的实时自动监测，如图 1-27 所示。它将轮胎的压力和温度通过无线电传送到驾驶室主机，主机

显示某个轮胎的压力和温度，并根据设定值提示轮胎的工作状态（压力过高、压力过低、温度过高、漏气）。

学习提示：汽车轮胎气压监测系统能够及时准确地对气压异常的轮胎进行报警从而预防车辆失控及爆胎，达到保障行车安全的目的。



图1-27　汽车轮胎气压监测显示



30. 什么是电子稳定控制技术？

电子稳定性控制（Electronic Stability Control，简称ESC）是一种辅助驾驶人控制车辆的主动安全技术，类似ESP系统。它能自动对车身的不稳定性进行矫正，有助于防止事故的发生，应用于上汽荣威、别克君越、雪佛兰迈锐宝等中高级轿车中。

学习提示：ESC应用高级的传感技术来判断驾驶人行驶方向，在车辆开始偏离道路时，系统采取干预措施，对一个或多个车轮实施制动力，减少发动机气门的干预，将车辆引导回正确路线。



背景知识加油站4　四驱技术

一、四驱技术特点

当汽车前轮失去轮胎与地面的附着力或者附着力减小的时候，通过四驱机构就可以把相应的驱动力传给后轴，而且这种驱动力的适应性分配都是自动完成的。另外，这种系统都可以进行人为锁止，这样就可以在前后轮之间始终按照一个较好的比例分配动力，可以提升车辆的越野性能。四轮驱动用4×4或者4WD表示。

二、四驱技术原理

四驱技术主要是运用差速器的差速原理，如当在弯道行驶时，车辆两侧驱动轮所受到的转动阻力不同，差速器的实际功能就在于消除两侧车轮的阻力差，也就是说，只有两侧驱动轮出现阻力差，差速器才会工作，并且差速器的“差速程度”与“阻力差”是成正比的。





31. 什么是四驱技术?

四驱技术是将发动机的驱动力从两轮传动变为四轮传动。常见的四驱系统主要有分时四驱、全时四驱、适时四驱。

学习提示:

① 分时四驱是由驾驶人手动切换的驱动模式，它通过接通或断开分动器来选择两轮驱动或四轮驱动模式，目前是 SUV 车型中最常见的驱动模式。

② 全时四驱指的是车辆在整个行驶过程中一直保持四轮驱动的形式，发动机输出转矩以固定的比例分配到前后轮，具有较好的越野和操控性能，目前是奥迪 Q7、宝马 X5、奔驰中最常见的驱动模式。

③ 适时四驱是由 ECU 控制的，它能自行识别驾驶环境，并根据驾驶环境的变化自动切换两驱与四驱两种模式，目前是 RAV4、CRV 中最常见的驱动模式。



32. 奥迪全时四驱系统如何工作?

奥迪全时四驱系统称为“Quattro”，它主要是由 3 个托森（Torsen）机械式中央差速器（一个中央差速器、一个前轮差速器和一个后轮差速器）将驱动力均匀（并不是平均）分配到 4 个轮胎上（最大可达 25∶75 或 75∶25），以保证驱动力分配最合理，如图 1-28 所示。

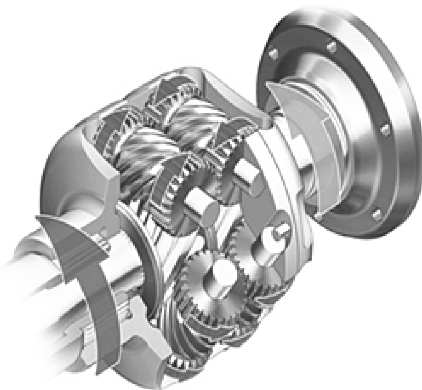


图 1-28　差速器结构



33. 斯巴鲁四驱系统如何工作?

斯巴鲁采用 VTD 四驱系统，VTD 是 Variable Torque Distribution AWD System（可变转矩分配全时四轮驱动系统）的缩写。

学习提示: 斯巴鲁的 VTD 系统也是与自动变速器搭配的全轮驱动系统，它采用的是一套复合行星齿轮中央差速器，该系统还装有限滑后差速器（LSD），保证了光滑路面起步的稳定和行驶稳定性。

VTD 系统可以根据电脑监测车速、轮速、节气门开度、自动变速器档位等数据，通过调节多片式离合器油压，实时调整前后轮转矩分配。在湿滑路面行驶时，电脑甚至可以锁止中央差速器达到前后轮 50∶50 的转矩分配。



34. 什么是奔驰 4Matic 全时四驱技术?

4Matic 是全时四驱系统，采用了前、中、后三个开放式差速器，其中，中、后差速器为多片离合形式，可以实现锁止，起到类似传统意义上差速锁的作用。在四传感器四通道 ABS 的帮助下，转矩得以分配到每个车轮，最大限度地保障行车安全，并且实现较强的越野能力。

 35. 什么是宝马 X－Drive 全时四驱系统技术？

宝马 X－Drive 全时四驱系统技术也称宝马智能四驱技术，它由行车电脑控制，通过多片离合器来控制动力分配，将动力精确地分配到每个车轮。其内部结构如图 1-29 所示。

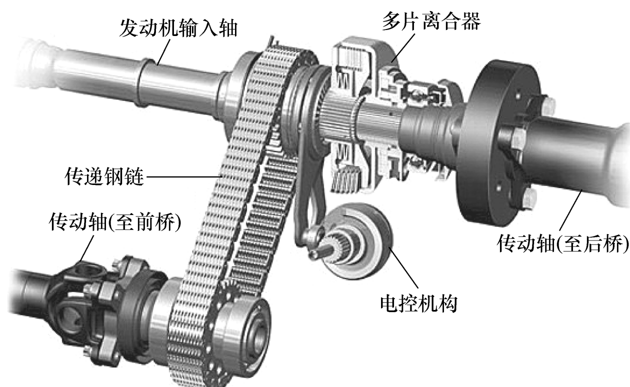


图 1-29　X－Drive 内部结构

 36. 什么是大众 4Motion 全时四驱系统技术？

学习提示：大众 4Motion 全时四驱系统就是智能全时四驱系统，它利用智能电子控制系统，及时分析发动机转速、发动机转矩输出、加速踏板位置、制动状态以及四个车轮转速等多种信号，综合判断车辆的行驶状态，然后根据需要自动灵活地分配前后桥转矩。

大众 4Motion 系统结构如图 1-30 所示。它主要通过 Haldex 电液耦合器进行控制，如图 1-31 所示。

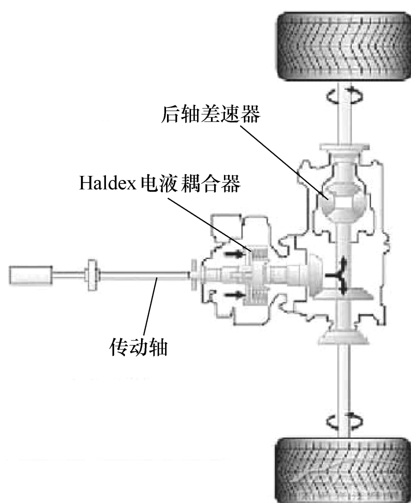


图 1-30　大众 4Motion 系统结构

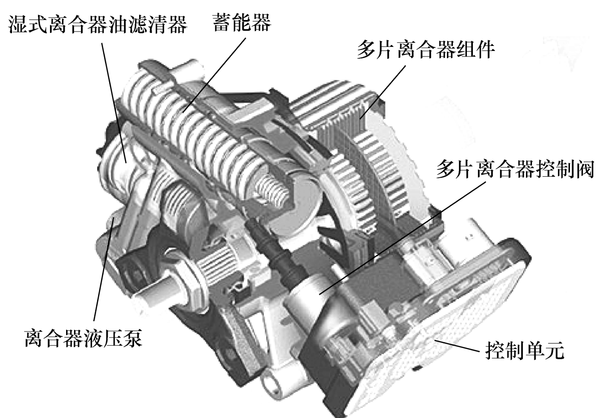


图 1-31　Haldex 电液耦合器





背景知识加油站 5　车身电气新技术

一、车身电气新技术概述

汽车安全性能越来越高，越来越多的先进技术应用到汽车上，主要包括主动安全技术和被动安全技术，如红外夜视系统、防碰撞控制系统等。

二、车身电气技术应用

目前主动转向前照灯（AFS）技术、行人安全保护系统主要应用在在高档轿车上，如宝马、奔驰等轿车比较常见，维修人员必须熟悉车身电气的新技术才能更好地排除故障。



37. 什么是 LED 车灯技术？

（1）定义　LED 是 Light Emitting Diode 的简称，含义为发光二极管，应用在汽车尾灯、高位制动灯、日间行车灯。

（2）LED 车灯组成　以奔驰 LED 的车灯为例，它主要由近光灯、远光灯、转向灯、示宽灯、弯道灯等组成，如图 1-32 所示。

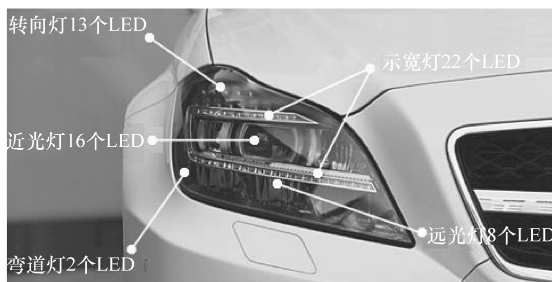


图 1-32　LED 车灯组成



38. AFS 的组成与工作原理如何？

（1）定义　AFS 就是主动转向前照灯（英文为 Adaptive Front - lighting System）也称自适应转向前照灯控制系统，应用于大众途观和全新一代帕萨特等车型中。

学习提示：AFS 根据汽车转向盘转向角度、车辆偏转率和速度，不断对前照灯进行动态调节，适应当前的转向角，保持灯光方向与汽车的当前行驶方向一致，以确保对前方道路提供最佳照明并对驾驶人提供最佳可见度，从而显著增强了黑暗中驾驶的安全性。

（2）AFS 的组成与原理　AFS 控制系统由前照灯控制 ECU、高度传感器、转向角度传感器、速度传感器、前照灯水平驱动器、前照灯旋转驱动器、警报显示系统以及自调前照明关闭开关组成，如图 1-33 所示。

AFS工作过程如图1-34所示。前照灯水平驱动器将前照灯向上向下移动，前照灯旋转驱动器将前照灯左右移动。高度传感器通过前照灯控制ECU发送竖直位移信息至前照灯水平驱动器，转向角传感器与速度传感器通过ECU发送水平移动信号至前照灯旋转驱动器。

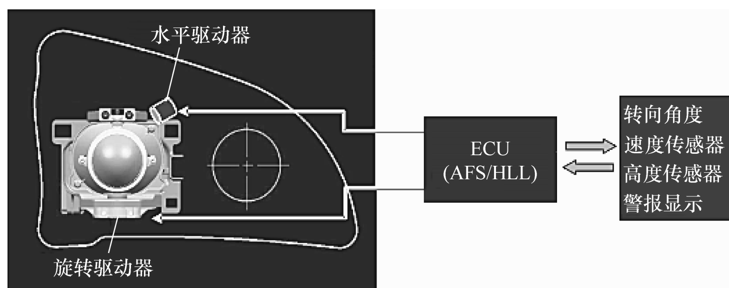


图1-33 AFS结构



图1-34 AFS工作过程

 39. 汽车巡航控制系统的结构与工作原理如何?

（1）定义　汽车巡航控制系统（Cruise Control System，缩写为CCS），也称为巡航行驶装置、速度控制（Speed Control）系统、自动驾驶（Auto Drive）系统等。

学习提示：CCS根据汽车行驶阻力的变化，自动调节发动机节气门开度的大小，使汽车保持恒定速度行驶。

（2）CCS的结构与工作原理　汽车巡航控制系统主要由巡航控制开关、车速传感器、节气门执行器和控制器等组成。

CCS工作过程如图1-35所示，控制器有两个输入信号，一个是驾驶人按要求设定的指

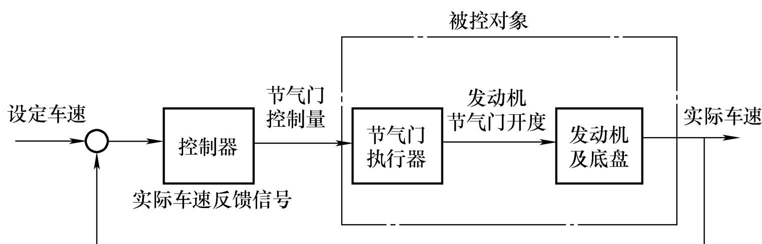


图1-35 CCS原理



令车速，直接由驾驶人设定，另一个是实际车速的反馈信号，由车速传感器检测后反馈给控制器，控制器检测这两个输入信号之间的偏差后，经过一定的控制计算，产生一个送至节气门执行器的控制信号，节气门执行器根据所接收到的节气门控制信号调节发动机节气门开度，从而使车速保持稳定。



40. 防碰撞控制系统的组成与工作原理如何？

（1）作用　防碰撞控制系统是一种主动辅助驾驶系统，通过综合感知驾驶室内外环境、车辆周围的障碍物、危险态势的及时检测并报警，为驾驶人或车辆系统获得足够的安全时间，从而阻止或减少碰撞情况的发生，达到安全行车的目的，沃尔沃汽车装备该系统。

（2）组成与工作原理　如图 1-36 所示，防碰撞控制系统主要由行车环境监测、防碰撞预测和车辆控制三部分组成。

防碰撞控制系统利用激光雷达（光线或超声波）测量汽车与障碍物间的距离，同时将车速传感器和车轮转向角传感器等的信号送入控制单元（ECU），通过计算求出行驶汽车与前方物体的实际距离以及相互接近的相对速度，并向驾驶人发出报警信号或显示前方物体的距离。

学习提示：当将要碰撞时，ECU 发出控制指令，使汽车自动关闭节气门降速并及时控制制动系统实现自动制动，达到防碰撞目的。

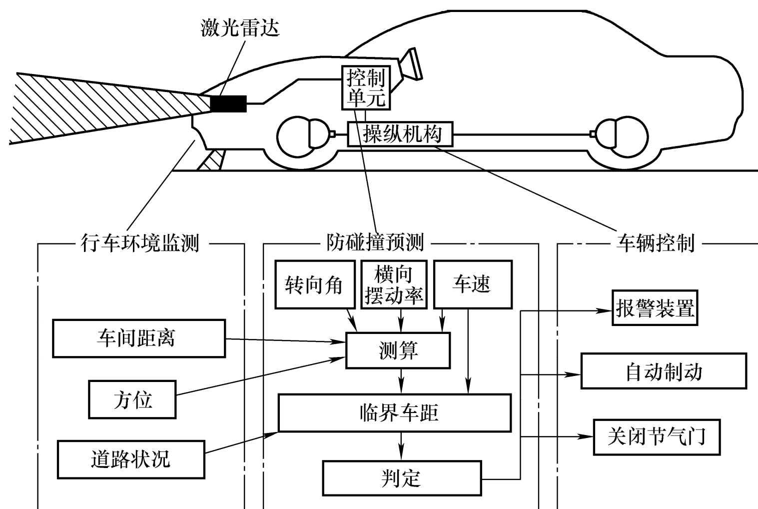


图 1-36　防碰撞控制系统的组成与原理



41. 什么是蓄电池线路切断装置？

（1）作用　蓄电池线路切断装置能在汽车发生碰撞事故时自动起动，以防止可能的短路，保护连接车辆起动机、交流发电机和和其他主要用电设备的线路不受损坏。

（2）工作原理　该系统由从一个安全气囊或其他传感器发出的信号触发，启动一个特别配置的高电流导体，将熔断的线路与蓄电池断开，避免由于碰撞事故引发的线路短路事故发生。



42. CDC的组成与原理如何？

（1）定义　CDC（Continuous Damping Control）是连续减振控制系统，在别克车系中称为全时主动式液力减振稳定系统，新君越轿车配备该系统。

（2）组成与工作原理　如图1-37所示，CDC主要由控制单元ECU、CDC减振器、车身加速度传感器、车轮加速度传感器、CDC控制阀以及线束等组成。

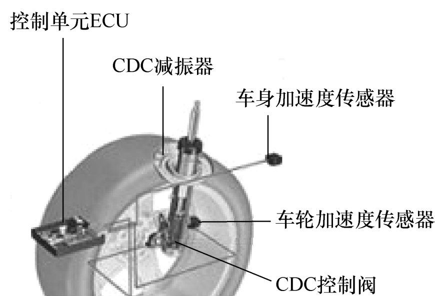


图1-37　CDC的组成

CDC主要是利用车身加速度传感器和车轮加速度传感器的监测值发送给控制单元ECU，然后经ECU计算出所需的阻尼力，并调整阻尼器使其产生理想的阻尼力。



43. 什么是通用V2V技术？

（1）定义　V2V（Vehicle to vehicle）即车对车信息交换技术系统。

（2）特点　V2V系统主要利用了无线通信原理和GPS全球卫星定位技术，通过安装在汽车中的V2V信息收发器，每一辆通用公司生产的汽车都可以迅速定位自身车辆，并且实时地监测到道路上的其他车辆及设施。



44. 红外夜视系统的组成与工作原理如何？

（1）作用　红外夜视系统利用红外线技术能将黑暗变得如同白昼，使驾驶人在黑夜里看得更远更清楚，应用于奥迪A8L，奔驰E级、S级，宝马5系、7系等高级轿车中。

（2）组成与工作原理　夜视系统主要由红外照射灯、红外线摄像机、视频处理系统及车载显示器组成。

如图1-38所示，红外夜视系统通过一个红外照射灯来探测前方物体热量，热能被集中到一个可以通过各种红外线波长的红外线摄像机，然后经视频处理系统变换为电信号，再将该信号数字化，通过车载显示器显示给驾驶人。目前，车载夜视系统有黑白显示屏和彩色显示屏两种显示方式。

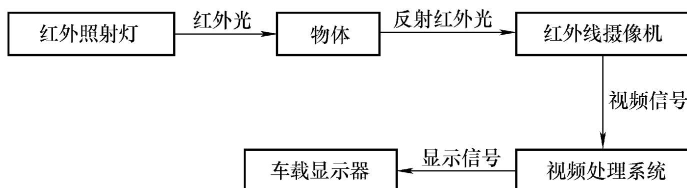


图1-38　夜视系统的组成与工作原理

夜视系统的工作过程如图1-39所示。



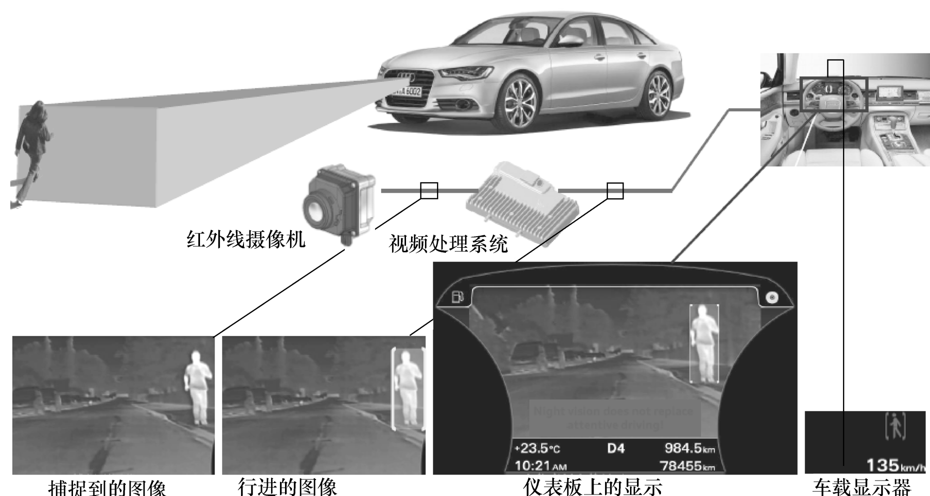


图 1-39　夜视系统工作过程



45. HUD 系统的组成与工作原理如何？

（1）定义　HUD（Head Up Display）的含义是车载平视显示器。

> **学习提示**：HUD 可以将有关信息显示在风窗玻璃的驾驶人平视范围上，且显示位置、显示亮度可调，可以避免低头看仪表，从而缩短眼球对前方的视觉盲区时间。

（2）HUD 组成与工作原理　HUD 由电子组件、显示组件、控制器以及高压电源等组成。

如图 1-40 所示，HUD 主要是将车辆速度、导航提醒等信息，通过光学部件投射到风窗玻璃上。然后通过风窗玻璃将其反射到给驾驶人，由于驾驶人看到的是 HUD 显示屏的虚像，所以会看到 HUD 所显示的内容仿佛是浮在前方发动机舱盖上面。

（3）优点　与传统的仪表显示相比，HUD 能使驾驶人平视范围更加广阔，提高了汽车的安全性与舒适性，主要应用于日产蓝鸟、别克君威、宝马等中高级轿车中。



图 1-40　HUD 工作原理

 46. LDW的组成与工作原理如何？

（1）定义　LDW（Lane Departure Warning）是车道偏离警示系统，它是一种通过车内警示音，提醒驾驶人车辆已偏离行驶车道或可能发生碰撞事故的系统，应用于沃尔沃XC60和新雅阁等中高级轿车中。

（2）LDW的组成与工作原理　如图1-41所示，LDW主要由HUD显示屏、视觉雷达、LDW控制单元（ECU）、传感器等组成。

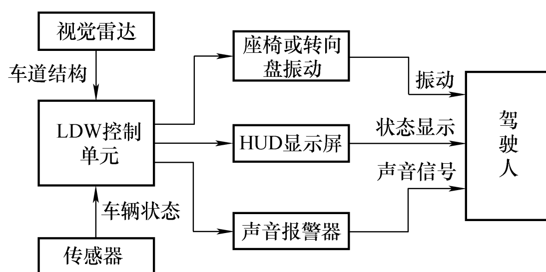


图1-41　LDW的组成与工作原理

LDW通过视觉雷达获取车道几何结构，然后从车速、车辆转向等传感器获取车辆状态信息，通过ECU分析判断车辆是否会发生车道偏离。如果发生偏移，系统将通过振动座椅或转向盘、声音以及HUD显示屏提示驾驶人。

 47. BAWS的组成与工作原理如何？

（1）定义　BAWS（Biological Aerosol Warning System）是疲劳驾驶预警系统，目前比亚迪G6、大众途观等车型配备该系统。

> **学习提示：**它是利用驾驶人的面部特征、眼部信号、头部运动性等推断驾驶人的疲劳状态，并进行提示报警和采取相应措施的装置，是对行车安全给予主动智能的安全保障系统。

（2）BAWS的组成与工作原理　BAWS主要由ECU和摄像头两大模块组成，如图1-42所示。BAWS通过监视转向操作和驾驶人的疲劳状态，以判断驾驶人是否开始疲劳。

> **学习提示：**若认为是轻度疲劳，则发声及闪亮警告灯，提醒驾驶人采取措施。如果驾驶人未觉察仍继续瞌睡，则此装置会振动驾驶人的座椅，以唤醒驾驶人采取措施。如果警告后驾驶人继续处于睡眠状态驾车行驶时，电子控制节气门和制动系统会采取措施自动停车。

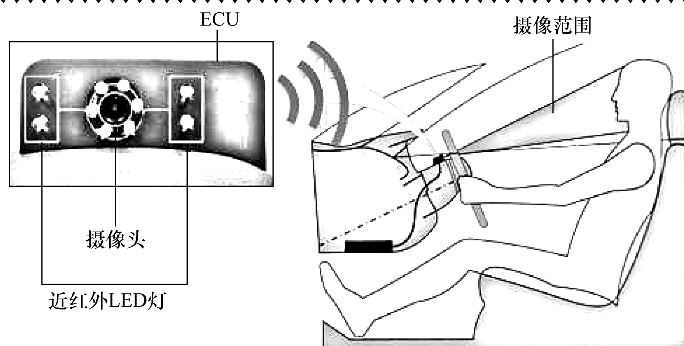


图1-42　BAWS组成与工作原理



 48. 行人安全保护系统如何工作？

（1）作用　行人安全保护系统是在汽车发动机舱内设置安全气囊，当行人撞到车头防撞杆的任何一处，安全气囊会从风窗玻璃下缘弹出，并撑起发动机舱盖的后缘，以减少行人同车碰撞后造成的伤害程度。

（2）工作过程　如图 1-43 所示，外置安全气囊能侦测车头防撞杆撞到的物体硬度，当汽车前方撞到人，设置于发动机舱盖内的气袋便会在瞬间自动弹出充气，呈 U 字形覆盖在风窗玻璃四周，形成一个保护垫，避免行人的头部和颈部受重伤。倘若路人被撞到飞起，落在车头上，也起到保护作用。



图 1-43　行人安全保护系统工作过程

 49. 什么是一键式起动系统？

一键式起动系统也称智能钥匙系统，它主要是由发射器、遥控中央锁控制模块、驾驶授权系统控制模块的三个接受器及相关线束组成的控制单元等组成，其控制部件如图 1-44 所示。







图 1-44　一键式起动系统

> **学习提示**：遥控器和发射器集成在车钥匙上，车辆可以根据智能钥匙发来的信号，进入锁止或不锁止状态，甚至可以自动关闭车窗和天窗。

 50. Park4U 系统如何工作？

（1）定义　Park4U 系统就是电子泊车系统，只需按一下“Park4U”键，即可启动泊车程序。

（2）工作过程　如图 1-45 所示，Park4U 系统利用位于车身四周的多个超声波雷达来帮助系统“看清”周围事物，当车辆的速度在 30km/h 以下，且距离路边车辆为 50～150cm 之间时，系统就会寻找合适的停车位。

> **学习提示**：驾驶人只需按照提示挂入相应档位，并控制好加速踏板与制动踏板，车辆即可自主打方向并停入车位，目前应用在大众、奥迪等车型。

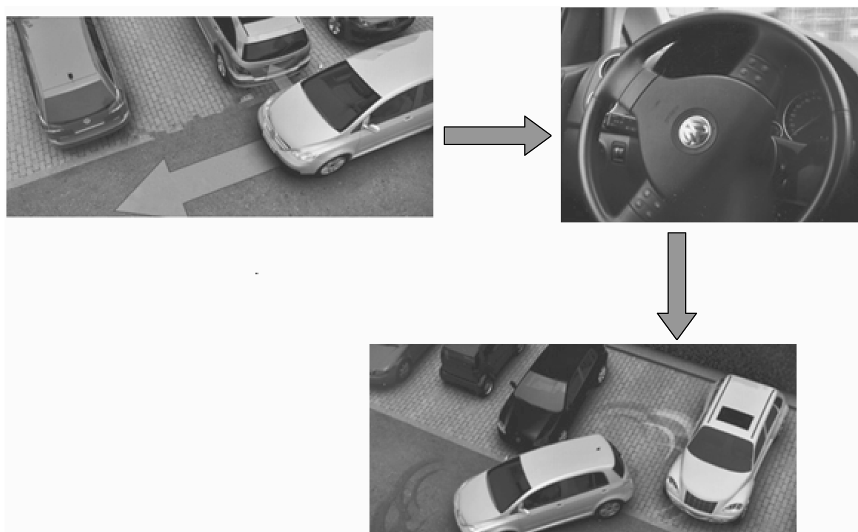


图1-45　Park4U系统工作过程



51. 汽车落水自动打开门锁及车窗装置是如何工作的？

（1）作用　汽车落水自动打开门锁及车窗装置的作用是当车辆落水后，车辆通过检测水位来判断，当符合条件便自动打开门锁及车窗，使乘员逃生。

（2）工作过程　当车辆涉水深度足够触发水位开关时，电路接通，车门将解锁，同时车窗玻璃自动下降，方便车内人员及时逃脱，如图1-46所示。

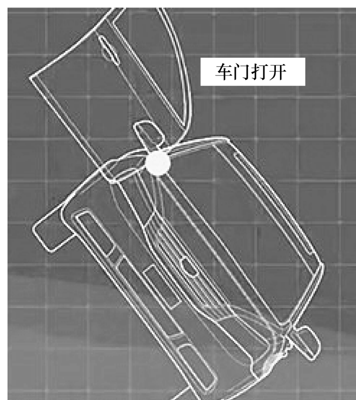


图1-46　工作过程



52. 什么是i－Voka语音云交互技术？

i－Voka是智能语音交互系统，主要是通过语音命令实现语音控制。它主要用于打电话、导航、资讯查询、发短信、听音乐、听广播等，如图1-47所示，目前主要应用在荣威轿车上。



53. SBC的组成与工作原理如何？

（1）定义　SBC（Sensotronic Brake Control）是电子感应制动控制系统，它是将制动助力器功能、ABS系统以及ESP系统合为一体，目前主要应用于奔驰E级轿车。

（2）SBC的组成与工作原理　SBC由操纵单元（包括制动主缸、制动踏板行程模拟器、制动踏板位置传感器）、传感器、SBC电控单元、SBC/ABS/ASR/ESP液压调节器、发动机控制单元（ECU）等组成，如图1-48所示。

学习提示： 制动踏板行程模拟器可以有效地模拟制动踏板作用力（位移的制动过程）和制动踏板的缓冲力。



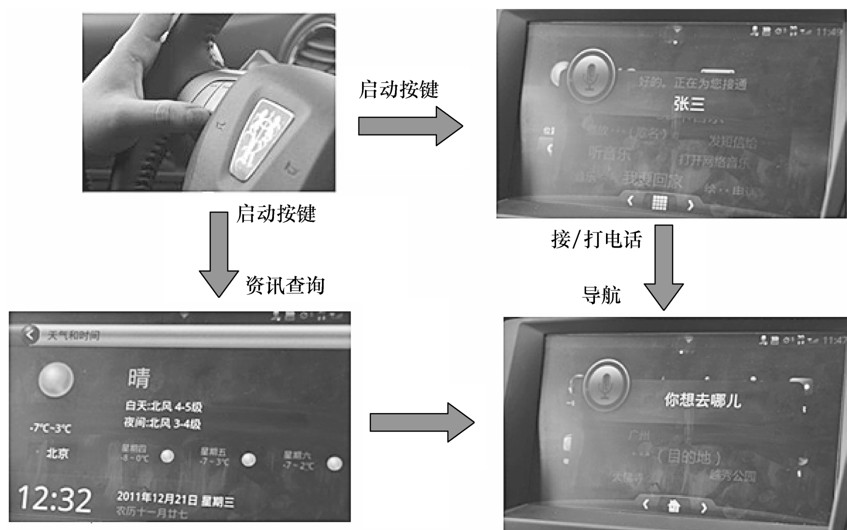


图 1-47　智能语音交互系统界面

当工作时，操纵单元通过传感器将检测到的制动踏板的机械操作信号传输给SBC电控单元，并按一定的算法发出控制命令，该控制命令在液压调节器中转换为轮缸中的相应制动液压力。

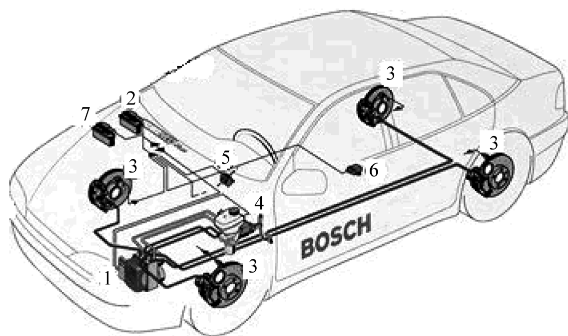


图 1-48　SBC 系统部件位置

1—SBC/ABS/ASR/ESP 液压调节器　2—发动机控制单元（ECU）　3—主动轮转速传感器　4—带制动踏板位置传感器的操纵单元　5—转向盘角度传感器　6—横向加速传感器　7—SBC 电控单元



54. 远程诊断系统如何工作?

（1）定义　远程诊断技术就是将汽车的控制单元通过短程无线通信技术与便携式电脑相连，实现远程服务维修。

（2）工作过程　如图 1-49 所示，远程诊断主要通过具有蓝牙功能的便携式电脑上的网络浏览器来访问远程信息控制系统（TCU），当技术人员无论处在车内或车外的任何位置，都可以监控和操作汽车的传感器及控制单元。

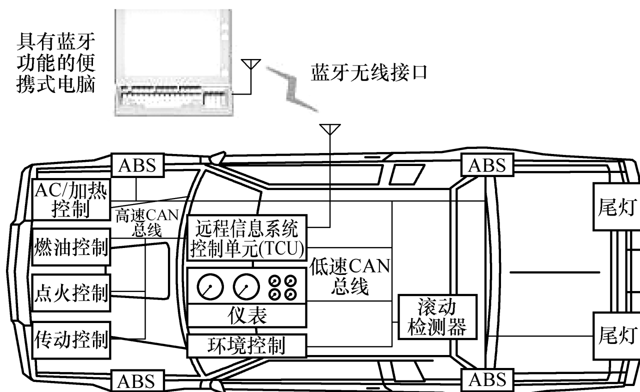


图 1-49　远程诊断系统的结构

第二章　发动机起动系统

本章学习要点

1. 掌握汽车系统的结构与组成
2. 掌握起动机的工作情况
3. 掌握使用万用表检修起动机内部零件的技能
4. 掌握起动机系统故障诊断的方法



背景知识加油站 1　起动系统概述

一、汽车起动系统的定义及工作原理

当发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先用外力转动发动机的曲轴，使活塞往复运动，气缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功，推动活塞向下运动使曲轴旋转。因此，曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程，称为发动机的起动。完成起动过程所需的装置，称为发动机的起动系统。

二、起动系统的组成

起动系统利用一只驱动齿轮的小型高速电动机，使静止的发动机起动并转入自行运转。它包括起动机、起动继电器和防盗系统等。



55. 汽车起动系统的组成和功用如何？

起动系统由蓄电池、点火开关、起动继电器、起动机等组成，如图 2-1 所示。起动系统的功用是通过起动机将蓄电池的电能转换成机械能，起动发动机运转。



56. 起动机的结构是怎样的？

起动机一般由直流串励电动机、传动机构、电磁开关等三大部分组成，如图 2-2 所示。

学习提示：

① 直流串励电动机将蓄电池提供的电能转换为机械能，产生转矩。

② 传动机构是在发动机起动时，使起动机的驱动齿轮与飞轮啮合，将直流串励电动机的转矩传递给发动机，而在发动机起动后，产生打滑作用防止电枢“飞散”，并在打滑的状态下使驱动齿轮与飞轮齿圈脱离啮合。

③ 电磁开关接通和切断电动机与蓄电池之间的线路，并使传动机构的拨叉产生动作。



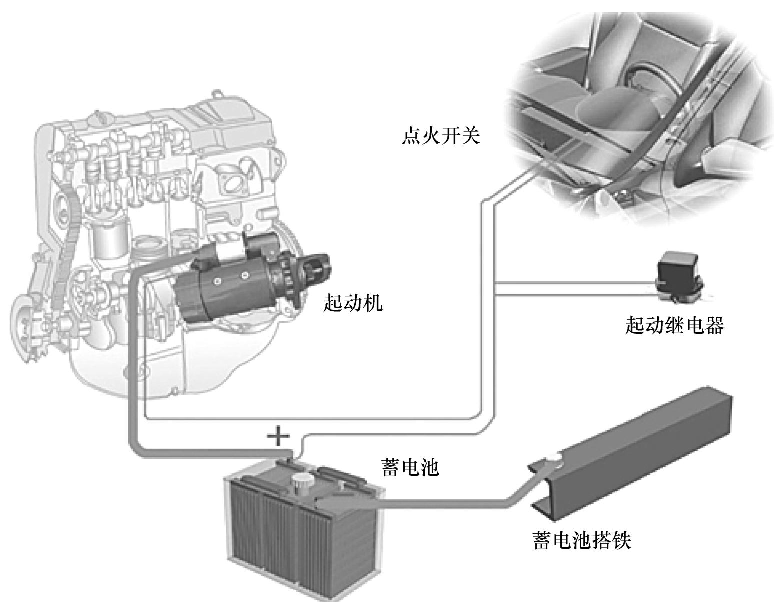


图 2-1　起动系统结构示意图

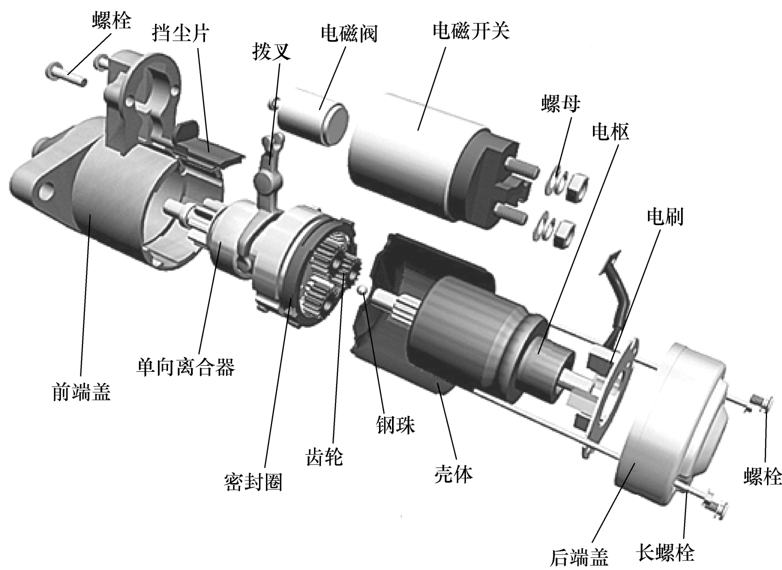


图 2-2　起动系统的结构示意图



57. 起动系统电路连接和工作原理如何？

以桑塔纳轿车为例，起动机系统的电路如图 2-3 所示。

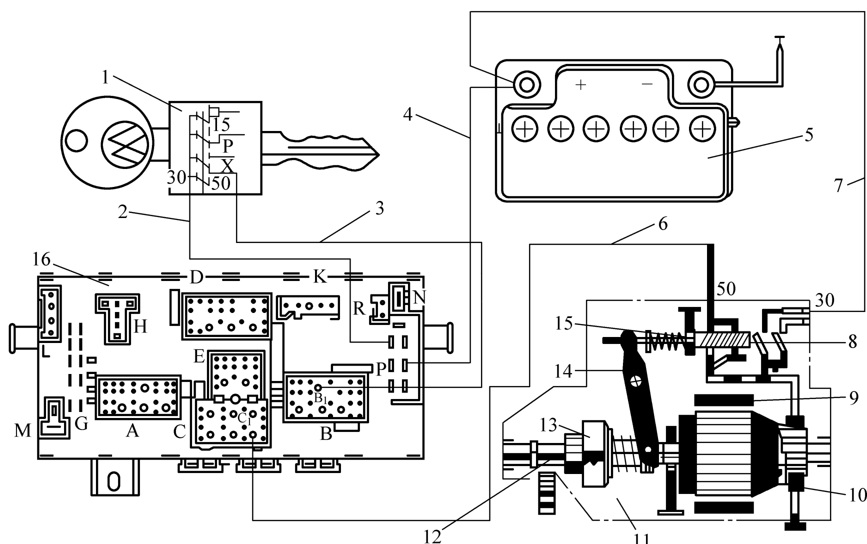


图2-3　桑塔纳轿车起动系统电路

1—点火开关　2—红色导线　3—红黑色导线　4—红色导线　5—蓄电池　6—红黑色导线
7—黑色电缆　8—电磁开关　9—磁极　10—电枢　11—起动机总成　12—驱动齿轮
13—单向离合器　14—拨叉　15—复位弹簧　16—中央线路板

（1）吸引线圈与保持线圈电路接通

学习提示：当点火开关转至起动位置，电流从蓄电池正极→导线4→中央线路板插座P→中央线路板内部电路→导线2→点火开关→导线3→中央线路板内部电路→导线6→起动机接线端子“50”→吸引线圈（保持线圈）→起动机接线端子“C”→电动机磁场绕组→正电刷→电枢→负电刷→搭铁→蓄电池负极。此时在两线圈磁场力的作用下，拔叉上端向前移动，拔叉下端拔动单向离合器向后移动使驱动齿轮与发动机飞轮齿环啮合。

（2）起动机主电路接通

学习提示：当起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿环啮合时，电流由蓄电池正极→黑色电缆7→起动机“30”端子→电动机开关触盘→起动机“C”端子→磁场绕组→正电刷→电枢→负电刷→搭铁→蓄电池负极，此时驱动发动机飞轮旋转，发动机起动。

（3）起动机停止工作

学习提示：当发动机起动后，起动开关断开，电流从蓄电池正极→起动机“30”端子→电动机开关触盘→起动机“C”端子→吸引线圈→起动机“50”端子→保持线圈→搭铁→蓄电池负极，此时驱动齿轮与发动机飞轮齿环分离，起动结束。





背景知识加油站 2　起动机的检修

一、起动机类型

1. 按操纵机构分类

（1）直接操纵式起动机　起动时依靠脚踏或手拉杆联动机构直接控制起动机主电路开关来接通电路，目前基本不再使用。

（2）电磁操纵式起动机　起动时用按钮或起动开关来控制起动机上的电磁开关电路，以接通或切断起动机主电路，这种起动机可远距离控制，操作省力、方便，现代柴油汽车已广泛采用电磁操纵式起动机。

2. 按传动机构分类

（1）强制啮合式起动机　起动时靠人力或磁力拉动杠杆，强制小齿轮与飞轮齿圈啮合。

（2）惯性啮合式起动机　起动时驱动小齿轮与飞轮齿环靠惯性力作用啮合和分离。

（3）电枢移动式起动机　起动时靠起动磁极的吸力，使电枢沿轴向移动，而使小齿轮与飞轮齿圈啮合。

（4）减速起动机　这种起动机在电枢轴与驱动齿轮之间装有齿轮减速器，目前应用广泛。

二、起动机检修步骤

① 分解外观检查；② 电枢检查；③ 单向离合器检查；④ 电刷和电刷架检查；⑤ 电磁开关检查；⑥ 换向器检查等。



58. 如何分解起动机？

以马自达轿车为例说明起动机的分解，如图 2-4 所示。

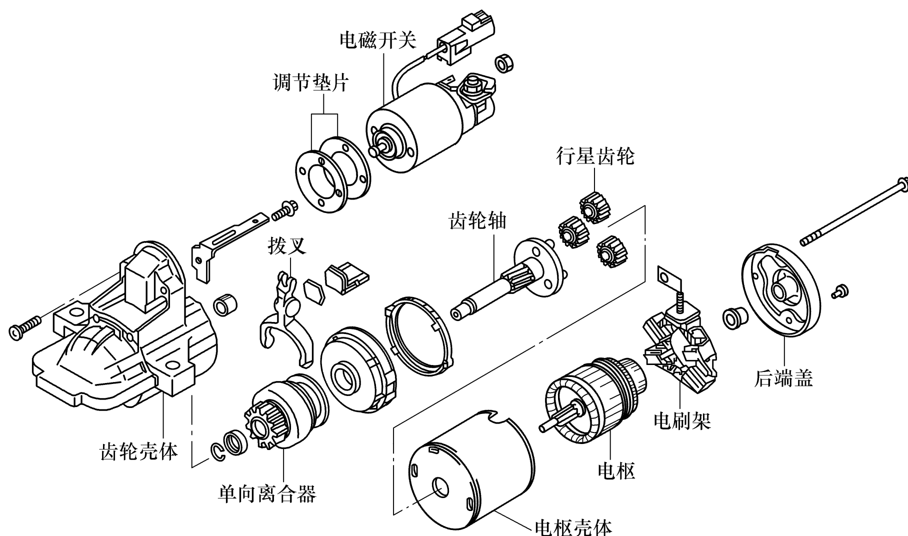


图 2-4　起动机的分解

 59. 如何检修起动机的主要部件？

起动机主要部件的检修见表2-1。

表2-1　起动机主要部件的检修

（1）电磁开关检查	① 用万用表检查接线端S与M之间的导通性，如果导通，则更换电磁开关	② 用万用表检查接线端S与机身之间的导通性，如果不导通，则更换电磁开关
	③ 用万用表检查接线端M与B之间的导通性，如果出现导通，则更换电磁开关	
（2）电刷和电刷架检查	① 用万用表检查各个绝缘电刷和绝缘垫板的导通性，如果出现导通，则更换电刷架总成	② 使用弹簧秤测量电刷弹簧力，如果不符合规定值，则更换电刷及电刷固定器部件



（续）

（2）电刷和电刷架检查	③ 测量电刷的长度，如果不在维修极限内，则更换电刷架总成，如本田飞度电刷维修极限为 9.0mm 游标卡尺 电刷	
（3）电枢检查	① 使用万用表欧姆档测试相邻的整流片之间的导通性，如果导通则更换电枢 Ω	② 使用万用表欧姆档测试每个换向器铜条与轴之间的导通性，如果导通则更换电枢 Ω
	③ 检查换向器表面，若粗糙应用 500～600 号砂纸轻轻打磨 砂纸	④ 测量换向器表面到绝缘架的深度，如丰田起动机若小于 0.2mm 应切割至 0.5mm



60. 起动机维修后应如何测试？

学习提示： 起动机维修后必须对起动机进行性能测试，测试项目主要包括空载试验和全制动试验。

（1）空载试验　如图2-5所示，将起动机连接到蓄电池上，并在蓄电池与起动机之间串接一只量程为0～100A的电流表。

学习提示：检查并确认电动机起动且持续旋转，并且当电压为11V时电流表的指示值应小于50A，否则应进一步检修起动机。

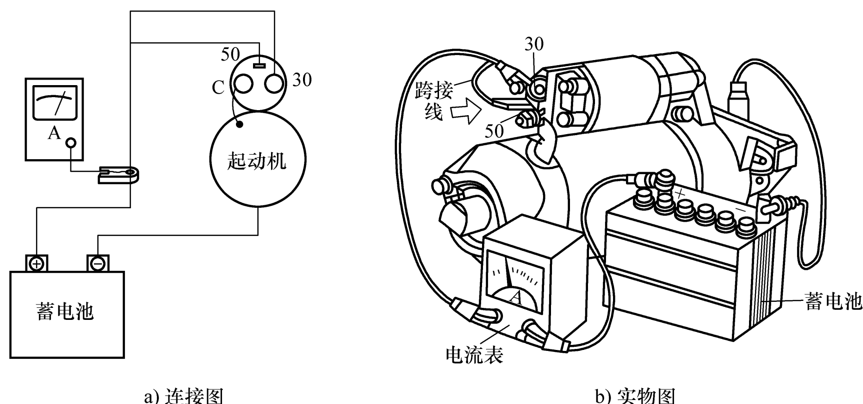


图2-5　空载试验示意图

（2）全制动试验

1）吸引动作试验如图2-6所示。

学习提示：

① 拆下起动机"C"端子上的线束，用电缆将起动机"C"端子和起动机壳体分别与蓄电池负极连接。

② 用电缆将起动机"50"端子与蓄电池正极连接，此时，驱动齿轮应向外移出。如果驱动齿轮不动，则说明电磁开关故障，应予以修理或更换。

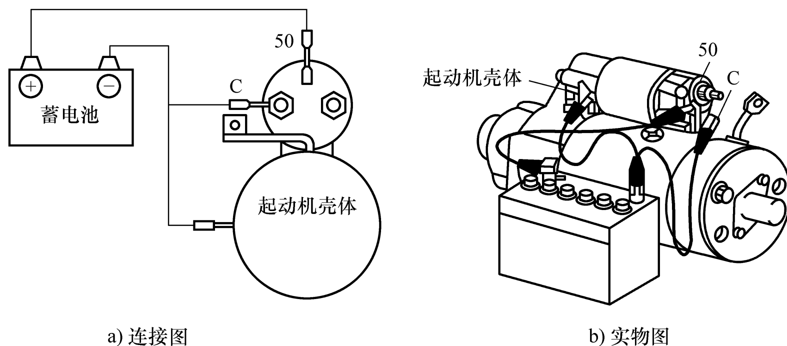


图2-6　吸引动作试验示意图

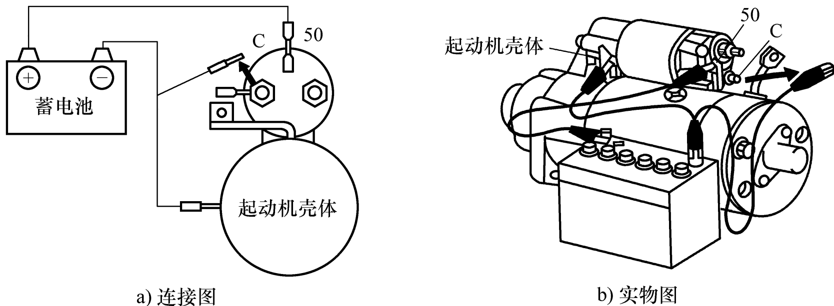
2）保持动作试验如图2-7所示。



学习提示：

① 在吸引动作试验的基础上，当驱动齿轮在伸出位置时，拆下电磁开关“C”端子上的电缆。此时，驱动齿轮应保持在伸出位置不动。

② 若驱动齿轮复位，则说明保持线圈断路，应予以检修或更换电磁开关。



a) 连接图　　b) 实物图

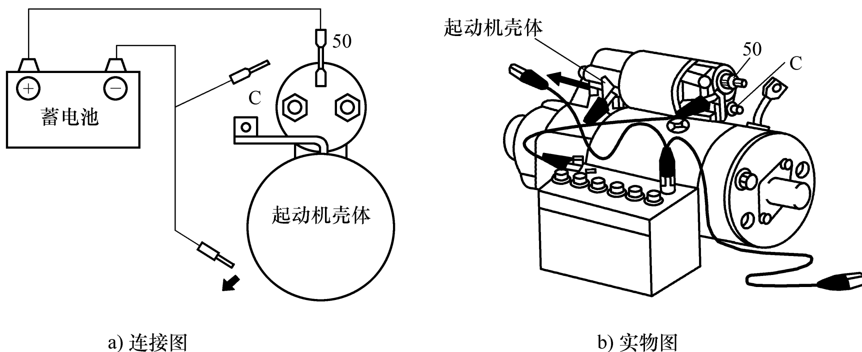
图 2-7　保持动作试验示意图

3）复位动作试验如图 2-8 所示。

学习提示：

① 在保持动作试验的基础上，再拆下起动机壳体上的电缆。此时，驱动齿轮应迅速复位。

② 若驱动齿轮不能复位，则说明复位弹簧失效，应更换弹簧或电磁开关总成。



a) 连接图　　b) 实物图

图 2-8　复位动作试验示意图



61. 拆装起动机零部件时应当注意哪些问题？

（1）分解起动机的操作注意事项　见表 2-2。

表 2-2　分解起动机的操作注意事项

序号	步骤	操 作 注 意
1	拆卸	先关点火开关，拆下蓄电池负极接线柱上的接线，等 20s 以后再进行拆卸起动机的操作
2	分解前	清除起动机外部的污垢，并对起动机进行初步检查，确定出故障的大致位置
3	分解	分解内部零件时都应在起动机冷却状态下进行，以免烫伤

（2）起动机安装注意事项

1）在安装时，各铜套、止推垫圈、键槽、轴颈等摩擦部位，都要用机油或润滑油润滑。

2）千万不得漏装各种垫圈，否则不仅会导致起动机工作不正常，甚至会造成起动机损坏。

3）电枢轴的轴向间隙不宜过大，一般为0.2～0.7mm。如不合适，可在电枢轴的前端或后端通过调节垫圈的厚度来解决。

4）装电刷时，不要用钳子夹弹簧，也不要用螺钉旋具硬撬弹簧，以免弹簧变形影响弹性。电刷在电刷架内上下运动要自如，不能出现卡滞。

5）打磨换向器时应将电枢按照在车上旋转的方向转动，砂布不动。打磨后应用布将换向器擦净。

6）安装时要保证位置正确，以免起动机螺栓孔与发动机外壳不对正，出现起动机安装不上的现象。



背景知识加油站3　起动系统故障诊断

一、起动机的检修技巧

起动机的诊断分为解体诊断和不解体诊断两种方法。解体诊断是在分解过程中进行检查；不解体诊断可以在拆卸之前或装复以后进行。

二、起动系统故障类型

起动系统故障主要为电源部分故障、控制线路故障以及起动机本身故障



62. 诊断起动系统故障时应注意哪些事项？

1）检查起动机各导线连接是否牢固。分解起动机后，应清理干净各部件的油污，对花键、拔置各支点也要加少量的润滑油。

2）保持电刷与换向器的接触紧密，电刷的磨损要均匀，接触面积要在75%以上，电刷高度应不低于5mm，电刷弹簧的弹力应符合要求。

3）换向器应无烧蚀、无沟槽。如有烧蚀和失圆现象，应用细砂纸打磨使之恢复正常。

4）检查起动机齿轮的磨损、减振弹簧的弹力，单向离合器工作是否正常以及轴承的磨损、润滑情况。

5）检查磁场、电枢线圈有无短路、断路、搭铁以及绝缘电刷的绝缘是否良好。

6）检查铜套与轴的磨损情况，如配合间隙过松应进行修理。

7）检查驱动齿轮与止推垫圈之间的间隙是否合适，起动机空转时运转是否正常。



63. 起动系统故障快速诊断的流程是什么？

起动系统故障快速诊断的流程如图2-9所示。



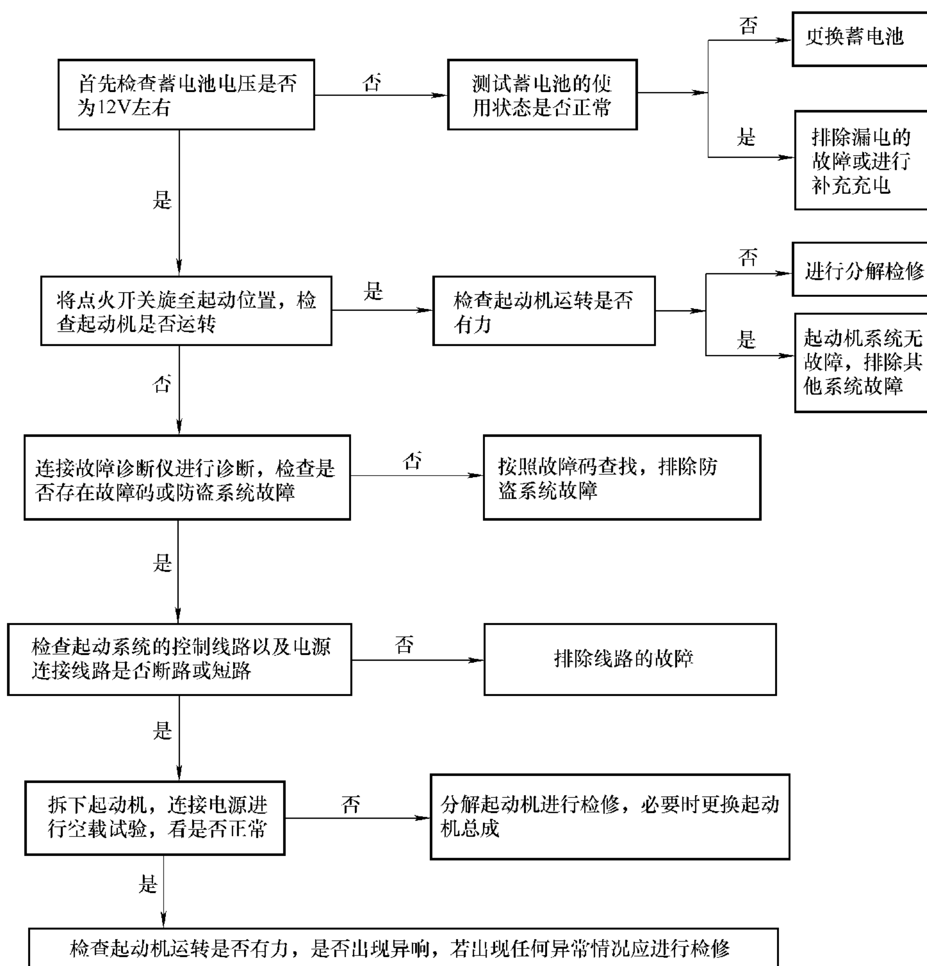


图 2-9　起动系统快速诊断流程



64. 如何诊断起动系统电路故障?

以飞度轿车为例说明起动系统电路检修，如图 2-10 所示。

1）电源电流从“蓄电池→黑色导线→B 端子→M 端子→搭铁”。使用试灯测试 B 端子的电源，当试灯不亮时，说明黑色导线存在断路，应进行检修或更换导线。

2）将变速器挂入 P 或 N 位置，并将 S 端子拔下，将点火开关置于“ST”位置，使用试灯测试 S 端子应点亮，否则应检查 B16 端子至 S 端子线路是否断路。

3）当 B16 端子至 S 端子线路正常时，分别用试灯测试仪表板下熔丝/继电器盒→点火开关之间的白色导线→点火开关→粉红色导线→44 号 7.5A 熔丝→起动继电器→B33 与变速器档位开关 1 之间的导线→变速器档位开关 5 与 G101 搭铁线是否正常，若出现异常应进行检修或更换。

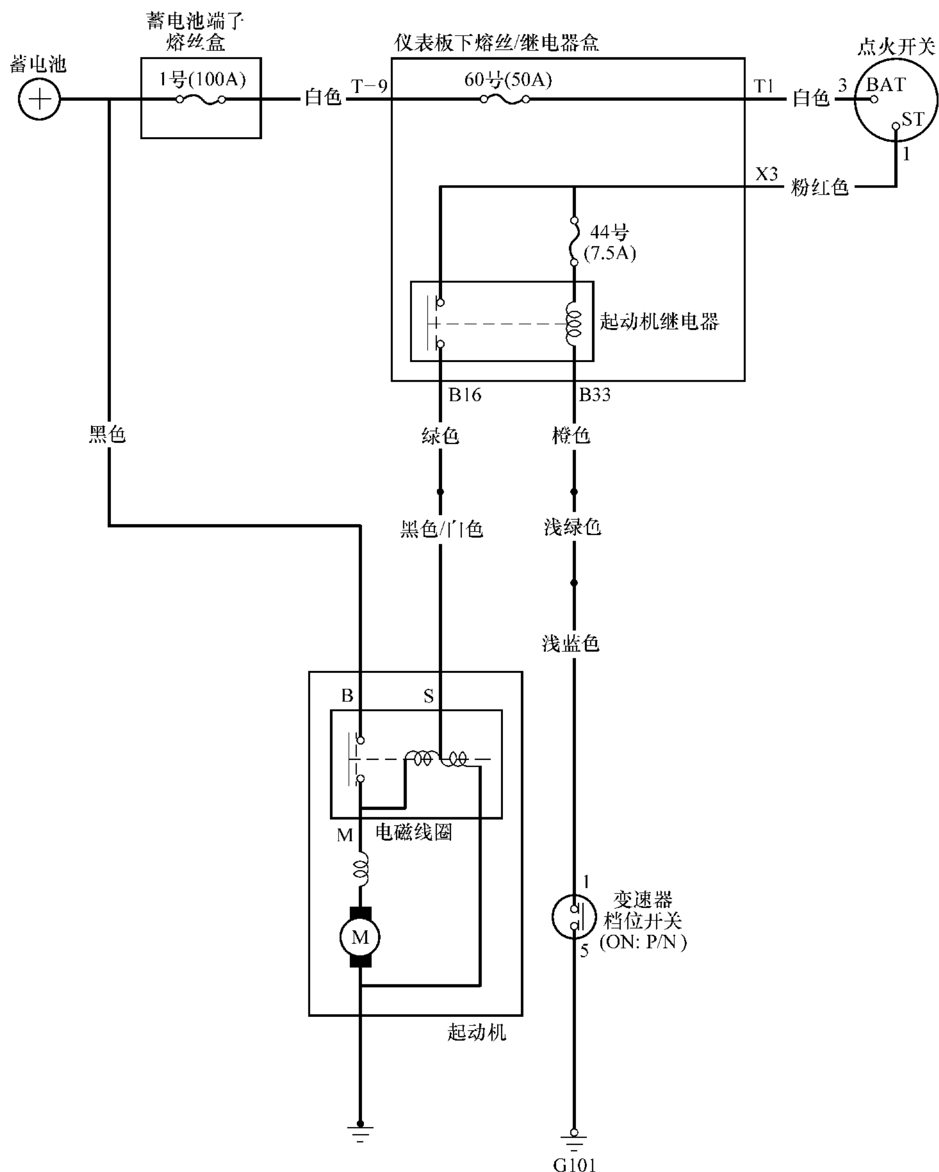


图 2-10　飞度轿车起动系统电路

知识链接

本田起动系统电路往往与防起动装置一起应用，起动系统无法工作时应连接 HDS 诊断仪，然后打开点火开关至 ON（Ⅱ），进入防起动装置（Immobilizer）菜单，然后选择防起动装置说明（Immobilizer Information）选项，并选择系统检查。根据系统检查（System Check）选项的显示结果排除防起动装置故障。





65. 如何诊断起动机故障？

1）如图 2-11 所示，将 1 针插接器从起动机端子 S 上断开，使用跨接线将起动机接线柱 B 与起动机端子 S 短接，如果起动机能运转，但无力，说明起动机内部故障，应分解进行检修。

2）将 1 针插接器从起动机端子 S 上断开，使用跨接线将起动机接线柱 B 与起动机端子 S 短接，如果起动机不能运转，说明电磁开关故障，应检修或更换。

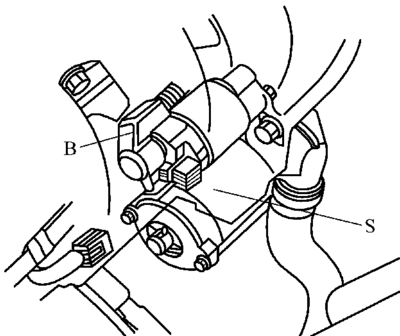


图 2-11　测试本田起动机

知识链接

① 判断吸引线圈：使用万用表电阻档 R×1Ω 测试起动机端子 S 与 M 的电阻值，应有一定的电阻，否则说明电磁开关内吸引线圈损坏。

② 判断保持线圈：使用万用表电阻档 R×1Ω 测试起动机端子 S 与起动机外壳的电阻值，应有一定的电阻，否则说明电磁开关内保持线圈损坏。



66. 起动机转动无力的故障如何诊断？

学习提示：起动机运转无力主要表现为当接通点火开关起动档后，起动机虽能转动，但转速很慢，转速不均匀，不能使发动机起动。

起动机转动无力的故障诊断见表 2-3。

表 2-3　起动机无力的故障诊断

故障原因	诊断与排除方法
① 蓄电池充电不足 ② 蓄电池与起动机之间的连线接头松动或太脏 ③ 起动机轴承过紧或松动使电枢与磁极碰擦 ④ 电枢弯曲 ⑤ 滑环烧蚀、失圆或脏污 ⑥ 电刷磨损过重或弹簧太软 ⑦ 起动电磁开关触点烧蚀 ⑧ 电枢线圈或磁极线圈有局部短路，造成起动转矩不够	① 可用导体搭接起动机上的两个接线柱，若起动机转速明显增快，说明起动机电磁开关触点接触不良，电阻增大；若起动机转速无变化，则应该检查蓄电池充电是否充足、电刷磨损是否过大，电刷弹簧是否过弱等 ② 起动机内部电枢线圈或磁场线圈局部短路，用手仔细抚摸起动电路导线及接头处，若有不良的导线和松动、锈蚀的接头，都会因电阻增大而发热 ③ 起动机内部机械故障也会影响起动机的正常运转。若电源、起动电路、起动机电磁开关均完好，则应该检查起动机轴承是否过紧；电枢轴是否弯曲造成电枢与磁极相互摩擦等 ④ 低温条件下，蓄电池内电阻也会增大，端电压降低，发动机摩擦阻力增大，也同样会产生起动机无力的症状



67. 如何排除起动机驱动齿轮与飞轮轮齿不能啮合且有冲击声的故障？

接通点火开关起动档，可听到“噶、噶”的起动机驱动齿轮与飞轮齿冲击声。

1）检查起动机固定螺栓是否松动。

2）检查起动机啮合的齿轮是否出现裂纹或严重磨损的故障。

3）检查起动机电磁开关主电路是否接通过早。

4）检查发动机飞轮是否出现缺齿或严重磨损的故障。

5）检查电磁开关保持线圈是否断路、短路或接触不良。



68. 如何排除电磁开关发出的“嗒嗒”响声？

1）用一字螺钉旋具将起动机电磁开关的两接线柱连接，若起动机并不转动，说明故障在起动机。

维修注意：若连接处有强烈火花出现为磁场或电枢绕组短路；若无火花为磁场或电枢绕组断路。

2）用一字螺钉旋具将起动机开关的两接线柱连接后若起动机能正常运转，则故障在电磁开关，多为接触盘及开关触头烧蚀所致。

3）晃动蓄电池与起动机的连接线及夹头，若起动机能正常运转，为线路接触不良，应查出发热、烫手或冒电火花的部位并进行检修。



69. 如何排除起动机空转故障？

1）起动机驱动小齿轮不与飞轮轮齿啮合的空转，故障主要在起动的操纵和控制部分，排除方法见表2-4。

表2-4　操纵和控制部分诊断表

起动机类型	故障排除
机械强制式起动机	首先应检查传动叉行程调整是否适当；若不适当时，传动叉尚未驱使驱动小齿轮与飞轮轮齿啮合，是由于主接触盘已与触点接通而空转。如调整适当，则应检查传动是否脱出嵌槽
电磁控制式起动机	检查主回路接触盘的行程是否过小。如过小则会使主回路提早接通，造成电枢提前高速旋转
电枢移动式起动机	当起动机扣爪块上阻挡限制板的凸肩磨损时，不能阻挡限制板的移动，致使活动触点的下触点提早闭合，并使电枢旋转调整，当活动触点与固定触点上、下两间隙调整不当时，也同样会引起电枢提早旋转调整而空转

2）起动机驱动小齿轮已与飞轮轮齿啮合，由于单向啮合器打滑而空转，故障主要在起动机单向啮合器，故障原因见表2-5。

表2-5　单向啮合器打滑诊断表

故障类型	故障原因
滚柱式单向啮合器打滑	主要是因为外壳的内圆接触面和十字斜形槽接触面磨损，滚柱工作时，不能卡牢。此外，如果减振弹簧折断使滚柱不能定位，也可能发生卡不住的现象
摩擦或单向啮合器打滑	主要是因为摩擦片磨损严重，弹簧太软或折断，花键锈蚀卡滞所致
弹簧式单向啮合器打滑	主要是因为动力传递弹簧折断或变形，使弹簧内径与主动套配合松旷过度所致

第三章 发动机充电系统

本章学习要点

1. 了解汽车用蓄电池的类型和功用
2. 掌握汽车蓄电池故障排除
3. 掌握汽车蓄电池初充电和补充充电的概念
4. 了解发电机的结构
5. 掌握发电机主要部件的检修
6. 熟悉典型汽车充电系统故障排除方法

背景知识加油站1 蓄电池概述

一、蓄电池的要求

对汽车用蓄电池的基本要求是容量大、内阻小，以保证蓄电池具有足够的起动能力。起动发动机时，蓄电池必须能在短时间（5~10s）内向起动机连续提供强大的起动电流，目前起动型铅酸蓄电池在汽车上广泛应用。

二、蓄电池的型号

（1）我国GB标准蓄电池

以型号为6－QAW－54a的蓄电池为例，6表示由6个单格电池组成，每个单格电池电压为2V，即额定电压为12V；Q为汽车起动用蓄电池；A表示干荷型蓄电池，W表示免维护型蓄电池；54表示蓄电池的额定容量为54A·h；a表示对原产品的第一次改进，名称后加b表示第二次改进，依次类推。

（2）日本JIS标准蓄电池

以38B20L（相当于NS40ZL）的蓄电池为例，38表示蓄电池的性能参数，数字越大，表示蓄电池可以存储的电量就越多；B表示蓄电池的宽度和高度代号；20表示蓄电池的长度约为20cm；L表示正极端子的位置。

（3）德国DIN标准蓄电池

以544 34的蓄电池为例，开头5表示蓄电池额定容量在100A·h以下（开头6表示蓄电池容量在100~200A·h之间；开头7表示蓄电池额定容量在200A·h以上）；容量后两位数字表示蓄电池尺寸组号。

70. 汽车用蓄电池有哪几种类型？

学习提示：汽车蓄电池是一种可逆的直流电源，它可以将化学能转变为电能，也可以将电能转化为化学能。

蓄电池可分为碱性蓄电池和酸性蓄电池。目前汽车上一般采用铅酸蓄电池，主要分为湿荷电蓄电池、干荷电蓄电池、少维护蓄电池、免维护蓄电池。

71. 汽车用蓄电池有何功用？

汽车用蓄电池的主要作用是发动机工作时向起动机和点火装置供电，主要表现为：

1）车辆起动时提供瞬间大电流，这个电流很大，一般要达到几十安甚至更大。

2）发动机正常工作以后蓄电池的主要作用是持续为点火线圈、音响等用电设备供电，同时发电机里发出来的电再给蓄电池补充电，从而保证了蓄电池在使用过程中不亏电。

72. 汽车用蓄电池的组成及结构有何特点？

汽车用蓄电池是由正负极板、隔板、壳体、电解液和极桩等组成，如图3-1所示。

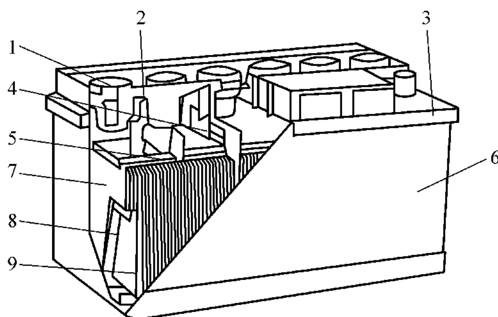


图3-1 蓄电池结构

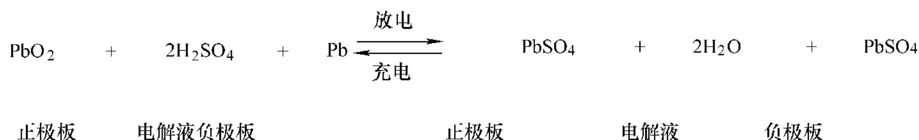
1—排气塞 2—负极桩 3—电池盖 4—联条 5—横板 6—蓄电池外壳 7—负极板 8—隔板 9—正极板

（1）极板

学习提示：极板是蓄电池储存电能的主要部件。它做成栅架形式，上面附满活性物质，极板分正负两种。正极板上所附活性物质为二氧化铅，呈棕红色；而负极板上所附活性物质为海绵状纯铅，呈深灰色。

正、负极板按一正一负排列而合并成一个极板组，同时，在每一正一负极板中间插入一隔板，极板组便成为单格电池组，由于正极板上活性物质较疏松，机械强度低，如果极板的两面放电不均，就会形成正极板拱曲而使其上活性物质脱落，所以在每一单格中，负极板要比正极板多一片，可以保证装合后，每片正极板都处于两片负极板之间，使两侧放电均匀而减小极板的拱曲和活性物质的脱落。

学习提示：蓄电池的充电和放电，就是靠正、负极板上的活性物质与硫酸溶液的化学反应来实现的。





（2）隔板　隔板的作用是把正、负极板隔开，防止极板短路。隔板常用材料为塑料、硬橡胶等，通常做成一面有沟槽、一面平滑。

学习提示：装入时，沟槽面应垂直对向正极板，可使正极板在化学反应时，得到更多的电解液而反应充分。此外，在蓄电池充电时生成的气泡可随槽上升，脱落的活性物质则会沿槽下沉。

（3）电解液　电解液是蓄电池内部发生化学反应的主要物质。蓄电池电解液是用纯净硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成的。

学习提示：电解液硫酸密度高，可增强化学反应，提高电动势；冬季还可避免电解液冻结，但密度过高，会使极板腐蚀作用加快，缩短极板与隔板的使用寿命，电解液的密度一般为 1.24 ~ 1.28g/cm^3（20℃）。此外气温高的地区或季节，应采用较低密度；气温低的地区或季节，应采用较高密度。

（4）外壳　外壳用硬橡胶或塑料制成，内部分隔成几个单格电池，壳的底部有凸起的盘条（凸棱）用来放置极板组，加液口上的有盖，盖上有通气孔，它们应保持畅通，以防外壳内气体增多而把外壳胀裂。

学习提示：各单格电池极板组的正、负极柱，用联条串联在一起，即一个单格电池的正极柱和相邻单格电池的负极柱组连。



73. 干荷电蓄电池有哪些优点？

干荷电蓄电池全称是干式荷电铅酸蓄电池，它的主要优点是负极板有较高的储电能力，在完全干燥状态下，能在两年内保存所得到的电量，使用时，只需加入电解液，浸泡 20 ~ 30min 后即可装车使用，主要优点如下：

1）干荷电蓄电池极板在干燥状态下能较长期地保存制造过程中的电荷。

2）干荷电蓄电池在较低环境温度下能迅速起动汽车，电气性能好，使用寿命长。

知识链接：

如图 3-2 所示，6 – QA – 100 表示由 6 个单格电池串联，额定电压为 12V，额定容量为 100A · h 的干荷电蓄电池。

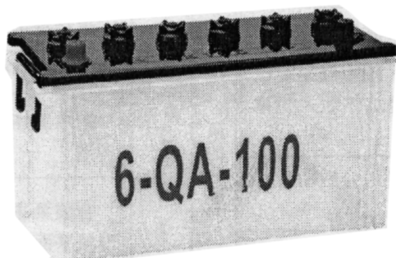


图 3-2　干荷电蓄电池外形



74. 免维护蓄电池有何特点？

免维护蓄电池改善了蓄电池的使用性能，延长了使用寿命和储存寿命，具体表现为如下几点：

1）免维护蓄电池失水量少，使用中一般不需添加蒸馏水。

2）免维护蓄电池的栅架采用的是铅钙合金，特点是晶粒较细，耐腐蚀，不易形成微电池，自行放电量小。

3）免维护蓄电池有集气室和新型的通气装置，可避免水分散失，有效地防止酸气外逸，从而很大程度地降低了硫酸气对接线柱的腐蚀。

4）免维护蓄电池的起动电流比普通铅蓄电池大，起动性能好，一方面是由于铅钙合金的导电性能比铅锑合金好，蓄电池内阻小，输出电流大；另一方面是由于免维护蓄电池采用内连式连接，缩短了连线长度，功率损失小，放电电压高。

5）免维护蓄电池采用铅钙合金制作栅架，增加了机械强度，提高了耐充性，还有效地防止活性物质脱落，提高了使用寿命。



75. 免维护蓄电池具有哪些优点？

免维护蓄电池由于自身结构上的优势，电解液的消耗量非常小，在使用寿命内基本不需要补充蒸馏水。它还具有耐振、耐高温、体积小、自放电小的优点。

学习提示：

① 在规定的条件下，使用过程中不需要补加电解液（即电瓶水）。

② 自放电少，仅为普通蓄电池的1/6～1/8，因此可以较长时间湿式储存。

③ 内电阻小，具有较好的常温和低温起动性能。

④ 耐过充电性能好，在相同的充电电压和温度下，免维护蓄电池的过充电电流比普通铅蓄电池小，且充满电后电流接近零，基本上不电解水，使水的消耗很少。

⑤ 蓄电池接线柱无腐蚀或腐蚀较轻。

⑥ 耐热、耐振性好，使用寿命长，一般在4年以上，是普通蓄电池使用寿命的2倍多。



背景知识加油站2　蓄电池诊断

一、蓄电池的故障类型

蓄电池的故障类型包括蓄电池自行放电、电解液消耗过快、蓄电池硫化、蓄电池漏液、极板软化、隔板失效、蓄电池内阻过大等类型。

二、蓄电池诊断方法

① 检查蓄电池外壳应无裂缝，无渗漏。

② 检查电解液液面是否过低，过低会造成电池容量降低。



③ 蓄电池表面应清洁，接线柱无腐蚀，正极电缆应绝缘良好，接头应无松动，负极电缆搭铁应牢靠。

④ 打开前照灯进行检查。如灯光白亮，则表明电池正常；如果灯光红暗，则表示电量不足；然后接通起动机，若转速正常，灯光虽稍变暗，但仍有足够的亮度，则说明蓄电池良好，充电正常；若起动机显得无力，且灯光变得很暗，说明蓄电池过度放电，应立即充电。

⑤ 检查蓄电池的电压是否为12V，若电压低于12V应进行补充充电或更换。



76. 如何诊断蓄电池自行放电故障？

（1）故障现象　蓄电池在无使用情况下，电量自动减少或消失的现象称为自放电，蓄电池充足电在1个月内每个昼夜容量降低超过3%，称为故障性自放电。

（2）故障原因

1）蓄电池电解液中杂质过多，使蓄电池内部形成回路造成自行放电。

2）蓄电池表面脏污，接线柱间形成短路或电池极板活性物质脱落，下部沉积物过多使极板短路，蓄电池电解液上下分层造成自放电。

3）汽车电气设备导线绝缘层破损造成短路或搭铁。

4）交流发电机整流二极管击穿短路，致使蓄电池通过交流发电机放电。

（3）故障诊断与排除

1）将蓄电池的电解液倒出，抽出隔板，用蒸馏水冲洗之后重新组装，然后重新加入新的电解液并充电使用。

2）清洁蓄电池

① 要经常保持蓄电池的外部清洁，经常用清洁的布或用纯碱浸湿的布擦蓄电池持的外壳。如果蓄电池的外壳上沾上了硫酸、污物，可能会造成短路。

② 要经常检查蓄电池的接线柱和接线头，如发现有脏物，可用热水冲洗。但冲洗前，要注意拧紧加液孔盖，塞好通气孔，以免脏水流入蓄电池内部。

③ 蓄电池加液孔口盖上的通气孔应经常疏通。如果通气孔被污物堵塞，蓄电池工作时产生的气体可能使蓄电池涨裂。

3）检查蓄电池是否通过短路故障的用电设备或其连接导线放电。

知识链接：

用指针式万用表或数字式万用表测量蓄电池放电电流的方法：

① 首先将所有用用电设备开关断开，拆下蓄电池负极搭铁，然后选择好万用表的量程（100mA、500mA、1A、5A）；

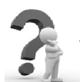
② 将万用表串联在蓄电池电路中，如果带防盗系统的车辆，万用表显示平均电流值应为60mA左右，如果出现电流过大，说明蓄电池或电源电路产生漏电；

③ 通过分别拔下熔丝/继电器盒上用电气熔丝观察电流的变化来判断是否该线路上的用电设备产生自放电。

4）检查蓄电池是否通过交流发电机放电。

知识链接

首先拆下蓄电池负极搭铁线，拆下发电机输出接线端导线，然后将试灯串联在该导线与输出接线柱之间，此时连接好蓄电池负极搭铁，观察试灯的闪烁情况。若试灯变亮或很暗，则表明发电机整流正极二极管短路，应将其更换。



77. 如何诊断蓄电池的容量降低故障?

（1）故障现象　蓄电池充电后，在使用了一段时间就感到电力不足，出现起动机运转无力、发动机起动困难、喇叭音量降低、灯光暗淡等现象。

（2）故障原因

1）发电机电压调节器的调整电压过低，使蓄电池经常处于充电不足的状态。

2）蓄电池内部有故障，如极板硫化、活性物质脱落、内部短路等造成蓄电池容量降低。

（3）故障诊断与排除

1）用万用表直流电压档测量发电机输出接线端与搭铁（或电压调节器“+”与“-”两接线端）之间的电压，若过低应更换电压调节器。

维修注意：各型车辆发电机的额定电压应与其规定数值相符，如日产轿车应为13.5V左右。

2）测量蓄电池的负载电压，以判断蓄电池内部是否有故障。



78. 如何诊断蓄电池电解液消耗过快故障?

（1）故障现象　蓄电池电解液低于标准值，但添加后很快又不足。

（2）故障原因

1）蓄电池壳体破裂，致使电解液渗漏流失。

2）蓄电池过充电或充电电流过大，加速了电解液蒸发。

3）蓄电池极板硫化或短路。

（3）故障诊断与排除

1）先检查蓄电池槽（外壳）有无裂纹。若发现存在破裂，必须倒出电解液，将极板组取出，修补或更换电池槽。若是封口胶破裂，可用铁棒烧红后将封口烫合以消除裂缝。

2）检查、调整电压调节器的输出电压。在汽车上，蓄电池过充电的主要原因可能是电压调节器的调节电压太高。

3）若发现某一单格电池的外壳和封口剂很好，则很可能是单格电池中的极板硫化短路。





79. 如何诊断蓄电池硫化故障?

（1）故障现象　蓄电池硫化就是在蓄电池内部极板上形成一层粗大而又坚硬的硫酸铅晶体，并且随温度的变化和时间的延长越积越厚，并且难于溶解。

（2）故障原因

1）蓄电池长期充电不足或在半放电状态下长期放置，硫酸铅从电解液中析出，使极板硫化。

2）封存或停驶车辆的蓄电池未能进行补充充电和进行充放电循环。

3）使用新蓄电池时，初充电进行得不充分致使极板形成的硫酸铅没有彻底清除。

4）电解液液面过低或电解液不纯，环境温度变化剧烈，温差大，会加快硫化过程。

（3）故障判断和排除

1）蓄电池极板轻微硫化不易觉察，严重硫化时，可从加液孔看到极板上积起一层白色物质；起动机转动乏力；用放电计检查，单格电压迅速下降，单格上积起一层白色物质，充电时单格电压迅速上升到2.8V；充电过程中电解液的温度较高，密度上升则不明显，“沸腾”现象出现得较早；充电结束后，用20h放电率检查容量时较正常电池要减少许多。

2）对于硫化不十分明显的蓄电池，可用小电流长时间充电的方法消除，即用初充电的第二阶段充电电流值的一半或更小的电流充电，一直充到电压和电解液密度达到最大值不再升高为止。然后再用20h放电率检查其容量，如低于额定容量的85%，再进行1~2次充放电循环。



80. 如何防止蓄电池极板活性物质脱落故障?

（1）故障现象　由于活性物质大量脱落，蓄电池电压低于1.5V且不稳定，在充电过程中，可发现电解液中有褐色微粒，电解液“沸腾”现象较正常蓄电池出现得早，充电时间大大缩短。

（2）故障原因

1）充电电流过大，尤其是在充电末期如果保持很大的充电电流，由于过急的化学反应，引起大量气泡从活性物质孔隙中析出，使活性物质脱落。

2）经常过量充电，使活性物质过分氧化，栅架受到腐蚀，造成活性物质脱落。

3）经常过量放电，使活性物质大部分生成硫酸铅，体积膨胀松散而易于脱落。

4）大电流放电时间过长，引起极板弯曲变形，使活性物质在栅架上的附着性能降低。

5）蓄电池在车上安装不牢，电解液密度过大等均会引起活性物质大量脱落。

（3）故障判断和排除

1）电解液密度要符合要求，即不可过高，也不可过低；正确调整发电机的限额电压。

2）选择合适的充电电流，防止过充电。

3）每次使用起动机的时间不要过长，存电不足时应及时补充充电；在车上安装要牢靠，接线柱和连线松脱时，严禁敲打。



81. 如何进行蓄电池的快速充电?

维修注意:

① 快速充电要用“可控硅快速充电机”进行，这种充电机在充电中产生的正负脉冲电流，可以消除或减轻蓄电池的“极化”现象和其他不良反应，使蓄电池始终保持在初始充电状态。

② 快速充电多用于补充充电，不宜对未经起用的新蓄电池或有硫化等故障的蓄电池快速充电。

③ 充电前要认真对蓄电池进行一次检查，了解放电程度，补充电解液，调整电解液密度。

④ 快速充电用定流充电，充电电流的选择，一般为0.8～1.0C（C为蓄电池10h放电率的容量数值）。

⑤ 充电时间约为1～2h。充电过程中电解液温度不得超过50℃。

⑥ 快速充电一般可使蓄电池容量恢复到90%，如有必要，可用小电流再充一段时间，使极板深层的活性物质得到充分利用。

1）拆下蓄电池或蓄电池负极电缆，但要防止音响密码锁止。

2）拆下蓄电池的加注口盖或确保通气孔畅通。

3）将快速充电机连接至蓄电池，并按规定调整充电电流。

4）充完电后，检查电压应在12.4V以上，且在充电后至少1h内保持不变。如果符合规定范围，应更换蓄电池。

知识链接

硅整流充电机如图3-3所示。

① 将“电流调节”旋钮逆时针转至“零”位置。

② 检查电压表和电流表指针是否在“零位”。

③ 将交流输入电源线接于充电机接线盒内。

④ 接上蓄电池，电压数显表应有显示，电压值为蓄电池组的剩余电压，如无显示，应重新检查。

⑤ 打开电源开关，此时电流、电压数显表显示为零，按起动按钮，设备接通电源。

⑥ 按动“充电自动控制选择按钮”开关（6～48V），然后将“电流调节”旋钮慢慢向顺时针方向转动，电流、电压数显表有显示，将其调整到合适的电流即可。

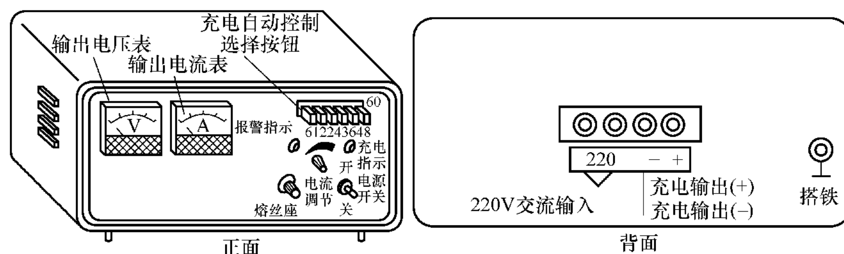


图3-3　硅整流充电机外形

⑦ 蓄电池充足电后即可停机，将“电流调节”逆时针方向转到“零”位置，电流表指示为零，电压表指示为已充好的蓄电池电压。

⑧ 按动停止按钮，并且将电源开关断开，电源工作灯熄灭。





82. 如何判断蓄电池充满电？

1）蓄电池的端电压上升到最大值，而且在 3h 以内不再增加电压。

2）电解液已上升到最大值，而且在 3h 内不再升高。

3）蓄电池内部激烈地放出大量气泡，形成“沸腾”的现象。

学习提示：只有当以上三种现象同时出现时，才能认为是充足电，仅仅以其中任何一项作为依据是不能证明已充足的。因为在使用中任意添加过稀硫酸的蓄电池，电解液的比重都会较早达到原始值；或者是有故障的蓄电池，端电压在充电初期就升得很高。



83. 如何对蓄电池进行初充电？

维修注意：对新蓄电池为了延长其使用寿命，初充电一般采用恒流充电方式。

1）充电前检查外壳和封胶是否有裂缝，将通气孔的密封物清除。

2）分清蓄电池的极性。

3）加注适当密度的电解液，静置 4 ~6h 待电解液渗入极板和隔板，温度降到 30℃以下。

4）接好充电机电源，开始充电，正常充电分两个阶段：

第一阶段充电选用额定容量 1/15 ~1/20 的电流进行持续充电，直至电解液中出现较多气泡，单格电压达到 2.4V 左右为止。

第二阶段充电，即将电流减少一半，直至电解液达到烈“沸腾”，析出大量气泡，并且电解液密度和电压在 2h 内不再升高为止。



84. 如何对蓄电池进行补充充电？

1）先用蒸馏水或蓄电池专用补充液将蓄电池的液面调整到规定高度。

2）充电前按照充电设备的额定电压和额定电流将要充电的蓄电池连接起来。串联在一路的蓄电池的总电压不能大于充电设备的额定电压。

3）定电流充电的充电电流是根据蓄电池的容量来选择的。定电流充电分两个阶段进行。阶段一的充电电流是蓄电池额定容量的十分之一，阶段二的充电电流是蓄电池额定容量的二十分之一。

4）蓄电池充完电后，检查蓄电池的电解液的密度。如电解液密度不符合要求，可先将原格内的电解液倒出一些；如原密度过小，可再加入相对密度大的电解液；如原密度过大，可加入蒸馏水稀释。调整后液面高度应符合规定。



85. 如何判断蓄电池故障？

（1）使用大功率放电计测试蓄电池故障　将 12V 大功率放电计的两个叉尖用力紧压在蓄电池正负接线柱上，时间不超过 5s，观察蓄电池大电流放电时的端电压，如图 3-4 所示。

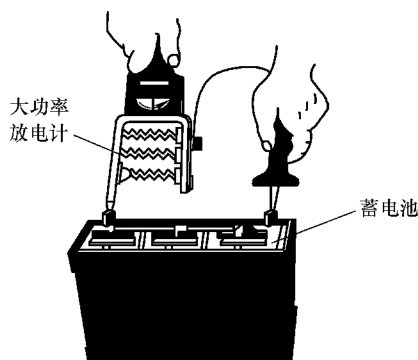


图 3-4　测试蓄电池放电情况

学习提示：

① 蓄电池额定容量<60A·h，若蓄电池端电压能保持在11V以上，说明蓄电池性能良好。若在9~11V之间，说明蓄电池尚可使用，但存电约半数。若端电压<9.5V，则说明蓄电池存电不足需充电。

② 蓄电池额定容量>60A·h，若蓄电池电压能保持在11.5V以上，说明蓄电池性能良好；若在9.5~11.5V之间，说明蓄电池尚可使用；若端电压<9.5V，则说明蓄电池存电不足需充电。

（2）使用蓄电池专用检测仪P300测试蓄电池　如图3-5所示，使用专用蓄电池检测仪检查。

维修注意：在车内测试蓄电池，务必确保所有的车辆附加载荷均已关闭，并且点火开关处于关闭位置，并保证蓄电池有至少1min的静置时间。



图3-5　蓄电池专用检测仪结构

1）连接分析仪

① 红色夹钳接到正极（+）接线柱上。

② 黑色夹钳接到负极（-）接线柱上。

2）蓄电池测试

学习提示：按下ENTER键之后，分析仪将协助你设置蓄电池测试参数。

（用UP/DOWN键滚动每个参数然后按下ENTER键继续）

① BAT. LOCATION（测试位置）：选择IN-VEHICLE（车内）或OUT-OF-VEHICLE（车外）。

维修注意：IN-VEHICLE（车内）意味着蓄电池和车内的所有电气系统相连接。



② BATTERY TYPE（蓄电池类型）：选择 REGULAR（常规铅酸型蓄电池）、AGM 或 GEL（胶体电池）

③ STANDARD（额定系统）：上下键滚动并选择 CCA、EN、IEC、SAE、DIN 或 JIS# 。

④ BAT . RATING（蓄电池额定值）：选择额定值（按上下键选择正确的额定值）。

⑤ 按下 ENTER 键开始测试。

3）蓄电池测试结果见表 3-1。

表 3-1　蓄电池诊断表

显示屏显示	中文含义	释义
GOOD BATTERY	电池良好	蓄电池可以继续使用
GOOD - RECHARGE	良好 - 需充电	蓄电池良好但需要给蓄电池充满电，然后可以继续使用
CHARGE & RETEST	充电后再测试	给蓄电池充满电，然后重新测试
REPLACE BATTERY	更换电池	蓄电池损坏，应更换蓄电池
BAD CELL - REPLACE	坏格电池 - 需更换	蓄电池坏格，更换蓄电池



背景知识加油站 3　发电机系统故障诊断

一、发电机类型

1. 按总体结构分类

发电机可分为普通交流发电机、整体式交流发电机、带泵交流发电机、无刷交流发电机、永磁交流发电机。

2. 按整流器结构分类

发电机可分为六管交流发电机、八管交流发电机、九管交流发电机、十一管交流发电机。

3. 按励磁绕组搭铁方式分类

发电机可分内搭铁交流发电机和外搭铁交流发电机。

二、发电机工作原理

1. 交流发电机原理

交流发电机利用电磁感应原理，将发动机带动发电机轴转动的机械能转变为电能输出，即利用产生磁场的转子旋转，使穿过定子绕组的磁通量发生变化，在定子绕组内产生感应电动势，如图 3-6 所示。

2. 整流原理

交流发电机定子的三相绕组中，感应产生的是交流电，将定子的三相绕组和 6 只二极管组成的三相桥式整流电路整流为直流电，如图 3-6 所示，即利用二极管加上正向电压时导通，加上反向电压时截止的单向导通性原理构成整流电路。

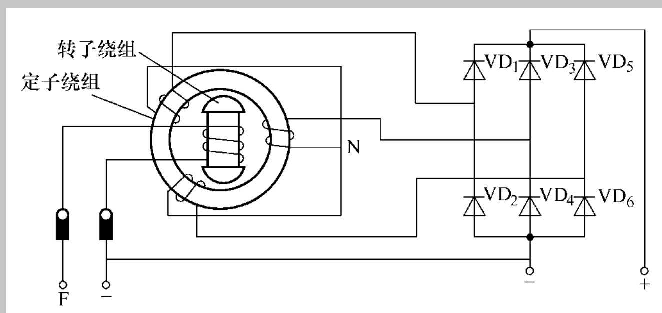


图3-6　发电机工作原理

 86. 发电机系统是如何组成的？

发电机系统主要由蓄电池、交流发电机、电压调节器、点火开关和充电指示灯等组成，如图3-7所示。

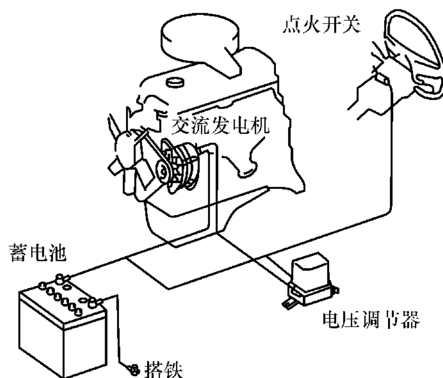


图3-7　丰田轿车发电机系统结构

 87. 发电机电路是如何连接的？

以丰田凯美瑞轿车为例，发电机电路如图3-8所示。

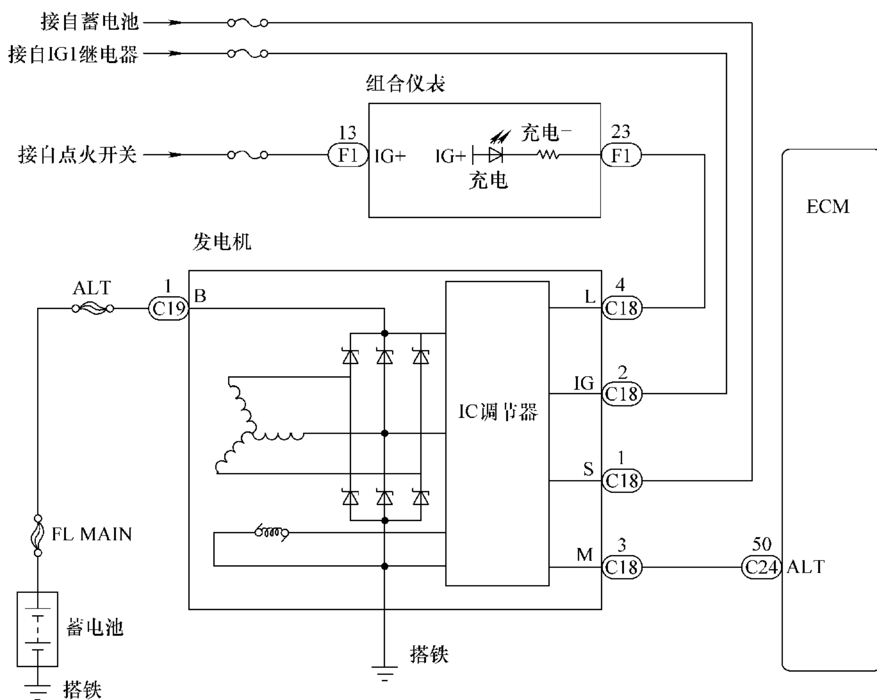


图3-8　丰田凯美瑞轿车发电机电路示意图





88. 发电机系统故障快速诊断的流程是什么？

发电机系统故障快速诊断的流程如图 3-9 所示。

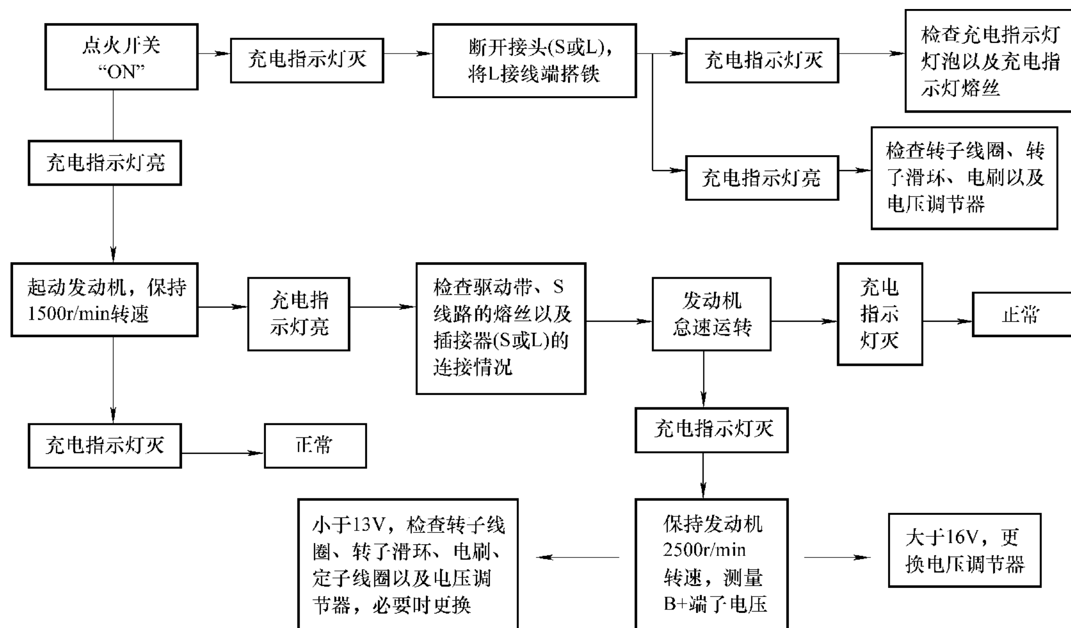


图 3-9　发电机系统故障快速诊断流程



89. 如何诊断发电机系统电路故障？

1）充电指示灯不亮的诊断流程，如图 3-10 所示。

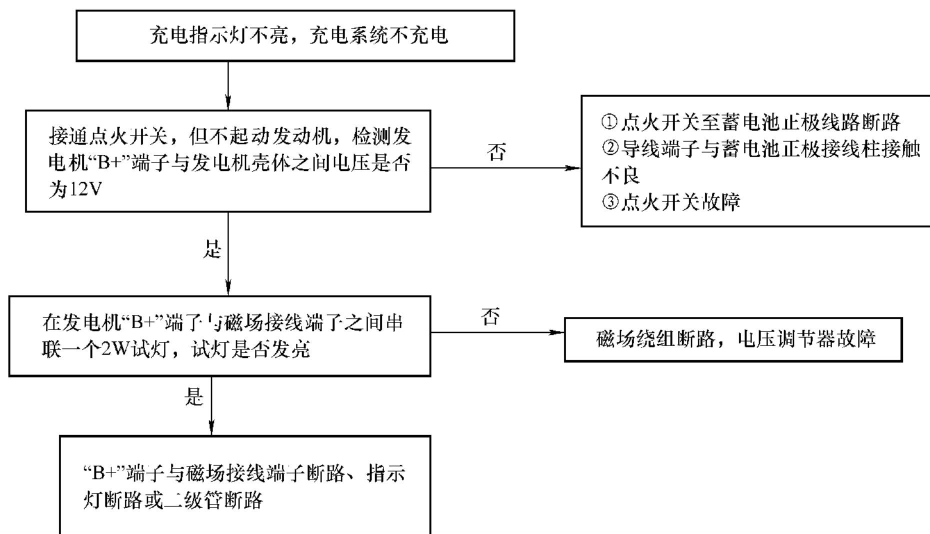


图 3-10　充电指示灯不亮的诊断流程

2）充电指示灯常亮的诊断流程，如图 3-11 所示。

3）充电指示灯时亮时灭的诊断流程，如图 3-12 所示。

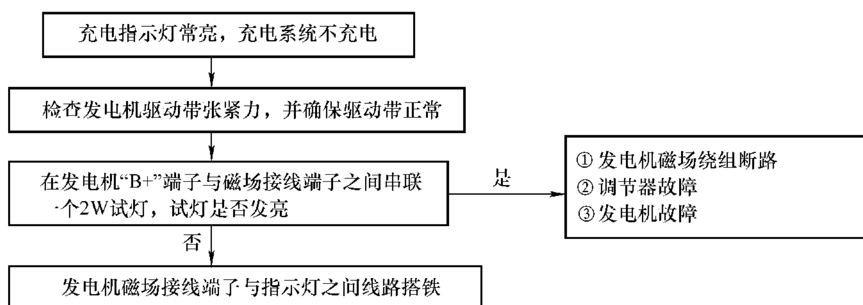


图 3-11　充电指示灯常亮的诊断流程

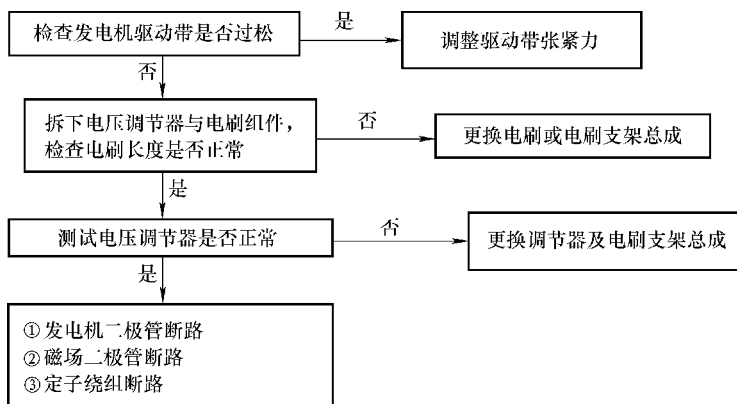


图 3-12　充电指示灯时亮时灭的诊断流程



90. 如何诊断发电机故障？

（1）用万用表电压档诊断　将万用表旋钮旋至适当档位，把红表笔接发电机“B＋”接线柱，黑表笔接外壳，如图 3-13 所示。然后让发动机运转在中速以上，12V 电气系统的电压标准值应在 14V 左右，24V 电气系统的电压标准值应在 28V 左右。若测得的电压为蓄电池电压，则表明发电机不发电。

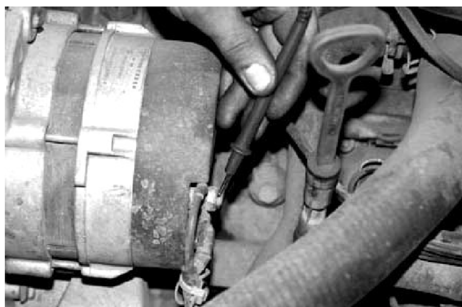


图 3-13　测量发电机电压

（2）外接电流表诊断　当汽车仪表板上没有电流表时，使用外接直流电流表来检测。

知识链接

先把发电机“B＋”端子导线拆下，再将量程为 20A 左右的直流电流表正极接发电机“B＋”接线柱，负极接拆下的导线接头。当发动机在中速以上运转（不使用其他电器设备）时，电流表有 3～5A 充电指示，表明发电机工作正常，否则表明发电机不发电。

（3）试灯法诊断　检测前先将发电机“B＋”端子的导线拆下，再将试灯的一端夹住发电机“B＋”端子，另一端接上拆下的接头，当发动机中速运转时，试灯点亮说明发电机工



作正常，否则说明发电机不发电。

（4）改变发动机转速、观察前照灯亮度法　起动发动机后，打开前照灯，让发动机转速从怠速逐渐提高到中等转速，前照灯的亮度若随转速的提高而增加，说明发电机工作正常，否则为不发电。



91. 如何分解发电机？

发电机一般由转子、定子、整流器、前后端盖、风扇、带轮等组成，如图 3-14 所示。

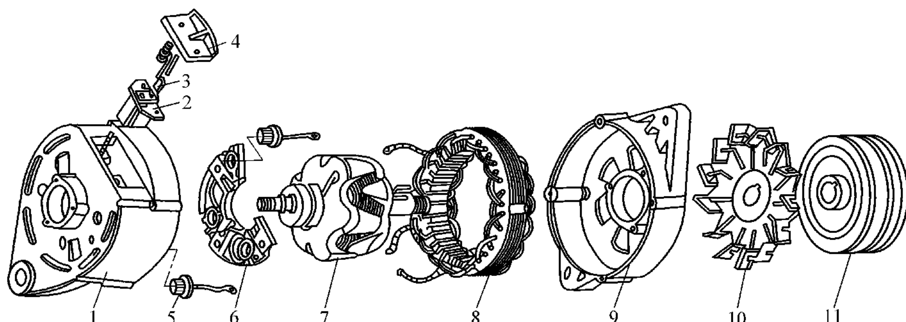


图 3-14　JF132 型交流发电机解体示意图

1—后端盖　2—电刷架　3—电刷　4—电刷弹簧压盖　5—硅二极管

6—元件板　7—转子　8—定子　9—前端盖　10—风扇　11—带轮



92. 如何检修发电机主要部件？

（1）转子检查

1）电阻测试：如图 3-15 所示，使用万用表欧姆档检测发电机滑环电阻，如果不在规定范围内，应更换转子。

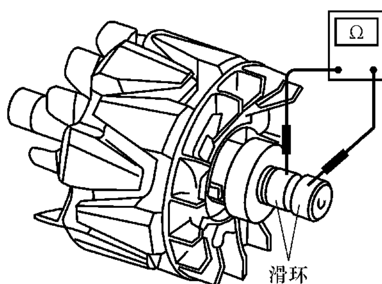


图 3-15　测试滑环电阻

知识链接

检测滑环的电阻时将万用表置于 R×1 档，其正、负表笔分别接转子的两滑环，测得的阻值与标准值比较，判断励磁线圈是否短路，当测量电阻值为无穷大时，说明磁场绕组断路；当测量电阻值偏小时，说明磁场绕组匝间存在短路。

2）绝缘体测试：如图 3-16 所示，用万用表测试滑环与转子之间导通情况，若导通，应更换转子。

知识链接

用万用表的红黑两支表笔分别压在滑环和壳体上，万用表上的数字应不变，否则说明磁场绕组有搭铁故障。

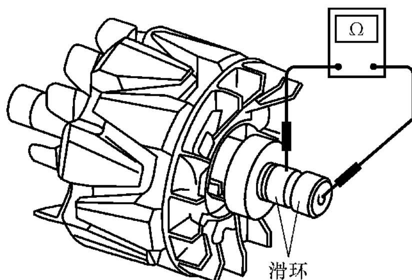


图 3-16　滑环绝缘体测试

（2）定子的检查

1）如图3-17所示，使用万用表欧姆档检测定子线圈的电阻时将万用表置于R×1档，分别测量三相定子线圈每两端之间的电阻值，应均相等，否则表明线圈内部有断路或短路故障。

2）如图3-18所示，将万用表旋转至欧姆档，然后将红黑两支表笔一支压放在中性点N上，另一支放在定子壳体上，万用表上的数字应不变，否则说明三相绕组有搭铁故障，需更换或重新绕制。

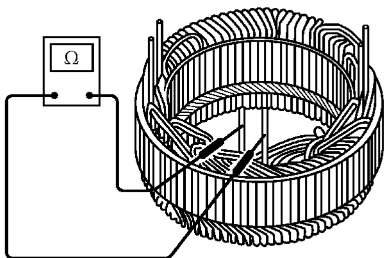


图3-17　定子线圈电阻的检测

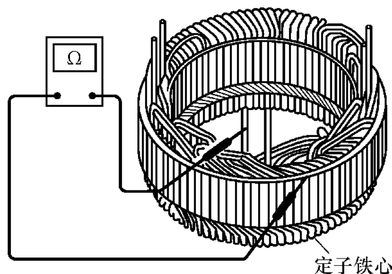


图3-18　定子线圈绝缘的检测

（3）整流器的检查　如图3-19所示，将万用表两支表笔分别压在负二极管的极板和二极管接触端上，然后更换表笔再测量。

学习提示：若一次导通一次不导通则正常；若两次测量都不导通，则说明二极管断路；若两次测量都导通，说明此二极管被击穿。



93. 拆装发电机零部件时应当注意哪些问题？

1）根据检修和保养目的，明确拆卸范围，严禁随意大拆大卸且不留出位置标记，以防损坏机件、缩短机器的使用寿命。

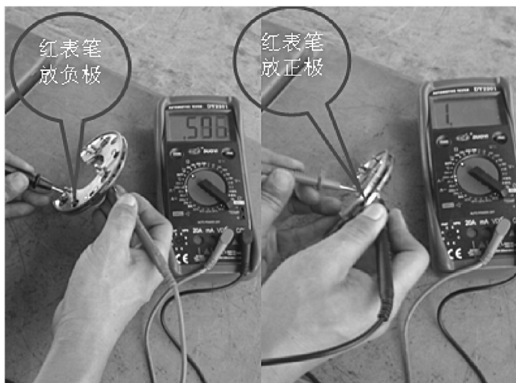


图3-19　整流器的测试

2）拆卸前应清洁和布置好工作场所，准备好工作台和拆装工具，将发电机表面上的尘土和油污清除干净。

3）明确拆卸的步骤和方法，防止盲目乱拆，以免造成机件损坏或拆下后不能装复。

4）清洗机件最好采用煤油和轻柴油。

5）要注意选择和正确使用工具，并要保持工具的清洁。

6）卸下的螺栓、螺钉、螺母、垫圈和其他零件，应按顺序成套成组地分别放置，避免装错。

7）如果螺栓因久未拆卸而锈死在螺孔内，用扳手不能拧动时，应在螺栓周围滴上少许煤油、柴油、汽油或粘度很低的润滑油，使其逐渐渗入到螺纹中，待过片刻，用钝的錾子按顺、逆时针方向反复冲击，然后用螺钉旋具或扳手拧出。

8）拆卸下来的零件应用煤油清洗干净后按顺序放好，但必须注意，不要用煤油清洗线



圈，否则将会损坏线圈的绝缘强度，使线圈受损。

9）工具和零件要分别放置。细小零件和易损零件要专门存放，以防丢失或损坏。



94. 在汽车上怎样对交流发电机进行检查？

汽车上交流发电机的检查见表3-2。

表3-2　交流发电机的检查表

项目	具体操作
（1）检查发电机驱动带	① 观察驱动带有无裂纹或超出磨损极限，如有应及时更换
	② 检查驱动带张紧力，如果不符合规定则更换驱动带张紧器
（2）检查接线端子	① 检查各接线端子的连接器是否正确可靠
	② 发电机输出端子B+必须加弹簧垫圈紧固接线
	③ 采用插接器连接的发电机，其插座与线束插头的连接必须锁紧，不得有松动、接触不良现象
（3）监听运转噪声	当发电机出现故障（特别是机械故障），如轴承破损、轴弯曲等，在发电机运转时，都会发出异常噪声。 **学习提示：**检查时，逐渐增加发动机供油量，使发电机转速逐渐升高，同时监听发电机动有无异常噪声，若有异常噪声应及时拆下发电机分解检修。



95. 在汽车上怎样检查发电机能否发电？

（1）通过仪表充电指示灯判断　当充电系统指示灯点亮说明充电系统存在故障，应进一步检查故障部位。

（2）使用万用表测量发电机的发电量　当发电机发电时一般为13.5V左右，否则应对发电机进行检修。

知识链接

如图3-13所示，将万用表置于直流电压档，黑表笔“—”接发电机外壳（搭铁），红表笔“+”接发电机电枢B+接柱，此时所测电压为蓄电池电压。起动发动机并逐渐提高转速，此时万用表指针应指示13.5～14.5V，说明发电机发电正常。若发电机发电正常，万用表指示的电压仍为13V则说明发电机不发电，应对发电机、调节器和充电系统的连接线进行全面检查。

（3）用试灯进行判别　若照明灯亮度不随转速升高而变化，说明发电机不发电，应对发电机、调节器和充电系统的连线进行全面检查。

知识链接

将12V照明灯置于灯座内并引出两根引线，将其中任何一根接外壳即搭铁，另一根接至发电机电枢B+接柱，此时灯泡由蓄电池供电，应正常发亮。起动发动机并逐渐提高转速至中速，此时的照明灯亮度应随转速的升高而增强，说明发电机发电正常。

（4）其他方法　当发电机运转时，使用一把长螺钉旋具放到发电机带轮附近，如果感觉到有明显的磁力，说明发电机工作正常，否则应对发电机进行检修。

维修注意：此操作必须注意安全，千万不能碰到发电机传动带，否则将会造成人身伤害。



96. 怎样对交流发电机进行不解体检测？

为了确定硅整流发电机是否有故障，发电机解体之前或组装之后，应进行检测和检查，以提高工作效率。

1）用万用表 R ×1 档检测发电机各接线柱之间的电阻值，进行分析判断，见表3-3。

表3-3　硅整流发电机各线柱之间的阻值

发电机型号	发电机接线柱								
	F与E（–） F1与F2	B与N		N与–		B与–		N与F（F1、F2）	
		正向	反向	正向	反向	正向	反向	正向	反向
JF152D	6Ω	15Ω	∞	12Ω	∞	60Ω	∞	20Ω	∞
JF1552A	6Ω	12Ω	∞	13Ω	∞	45Ω	∞	∞	∞
JFW172B	4Ω	11Ω	∞	11Ω	∞	50Ω	∞	15Ω	∞

丰田发电机	B与S		B与IG		B与L	
	正向	反向	正向	反向	正向	反向
 S IG L	80kΩ	140kΩ	13 kΩ	70kΩ	13 kΩ	65 kΩ

2）用手持带轮检查前轴承轴向及径向间隙，不得有明显松旷量，否则应更换前轴承。

3）转动转子，检查轴承阻力、噪声以及转子与定子之间有无摩擦及异响，当转动阻力过大时，可拆下电刷再试，检查阻力是来自电刷还是轴承。

4）转动转子轴，以检查带轮的摆差（摇头）大小，以判断转子轴是否弯曲。

5）检查外壳以及螺栓连接等处有无裂纹及损坏的现象。

背景知识加油站4　典型发动机充电系统故障排除

一、发动机充电系统电路故障类型

① 充电指示灯常灭不亮。
② 充电指示灯常亮不灭。
③ 充电指示灯时亮时灭。
④ 充电指示灯明显偏暗等。

二、发动机充电系统电路故障排除方法

① 检查蓄电池端子是否连接不良。
② 测试蓄电池。
③ 检查传动带自动张紧器。
④ 检查传动带是否有裂纹。
⑤ 检查自放电电流消耗是否过大。
⑥ 对充电系统指示灯电路进行故障排除。
⑦ 对交流发电机和调节器电路进行检查。





97. 本田思铂睿充电系统指示灯电路故障如何处理？

1）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，充电系统指示灯是否点亮？

是→进行步骤 2）。

否→进行步骤 14）。

2）起动发动机，使发动机转速保持在 2000r/min，运转 1min。充电系统指示灯是否熄灭？

是→充电系统指示灯电路正常。

否→进行步骤 3）。

3）进行仪表控制模块自诊断功能操作步骤，充电系统指示灯是否闪烁？

是→进行步骤 4）。

否→更换仪表控制模块。

4）将点火开关旋至锁定（LOCK）（0）位置。

5）断开交流发电机 4 芯插头。

6）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，充电系统指示灯是否熄灭？

是→更换交流发电机，或修理交流发电机。

否→进行步骤 7）。

7）将点火开关旋至锁定（LOCK）（0）位置。

8）将 HDS 连接至数据传输插头（DLC）。

9）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。

10）确保 HDS 与车辆和 ECM/PCM 通信。如没有通信，则处理 DLC 电路故障。

11）使用 HDS 短接 SCS 线，然后将点火开关旋至锁定（LOCK）（0）位置。

12）断开 ECM/PCM 插头 B（44 芯）。

13）如图 3-20 所示，检查 ECM/PCM 插头 B42 端子与车身搭铁之间是否导通？

是→排除交流发电机与 ECM/PCM 之间的导线短路故障。

否→使用运行良好的 ECM/PCM 替换，然后重新检查，必要时更换 ECM/PCM。

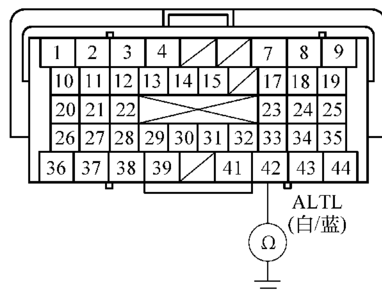


图 3-20　检查 B42 端子与车身搭铁之间的导通性

14）进行仪表控制模块自诊断功能操作步骤。充电系统指示灯是否闪烁？

是→进行步骤 15）。

否→更换仪表控制模块。

15）将点火开关旋至锁定（LOCK）（0）位置。

16）断开交流发电机 4 芯插头。

17）如图 3-21 所示，用一根短接线连接交流发电机 4 芯插头 3 号端子与车身搭铁。

18）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。充电系统指示灯是否点亮？

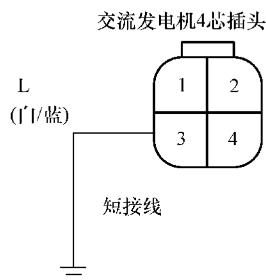


图 3-21　短接交流发电机 3 号端子

是→更换交流发电机，或对交流发电机进行维修。

否→进行步骤19）。

19）将HDS连接至DLC。

20）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

21）确保HDS与车辆和ECM/PCM通信。如没有通信，则处理DLC电路故障。

22）将HDS与SCS线短接，然后将点火开关旋至锁定（LOCK）（0）位置。

23）断开ECM/PCM插头B（44芯）。

24）如图3-22所示，检查ECM/PCM插头B42端子与交流发电机4芯插头3号端子之间是否导通？

是→使用运行良好的ECM/PCM替换，然后重新检查，必要时更换原来的ECM/PCM。

否→排除交流发电机与ECM/PCM之间的导线断路故障。

 98. 本田思铂睿交流发电机与稳压器电路的故障如何处理？

1）确保蓄电池连接良好，电量充足且状态良好。

2）如图3-23所示，连接电流表（0～400A）和电压表（0～20V）。

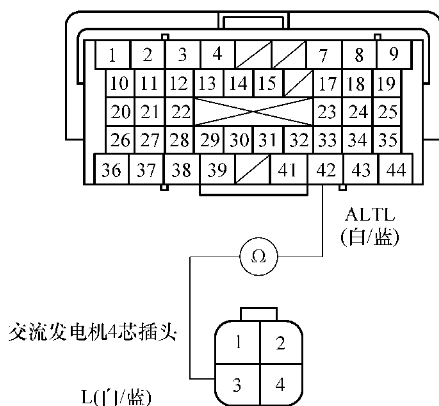


图3-22　检查B42与交流发电机3号端子导通性

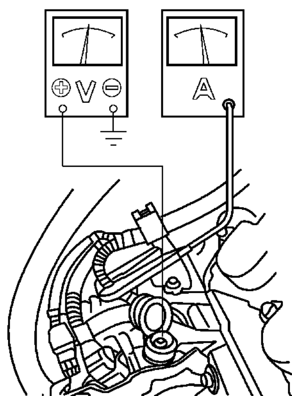


图3-23　连接电流表和电压表

3）起动发动机。在无负荷条件下，即变速杆位于P或N位（A/T型）或空档位置（M/T型，使发动机转速保持在3000r/min，直到散热器风扇转动，然后使发动机怠速运转。

4）将发动机升速至2000r/min，并保持恒速。

5）接通前照灯开关（远光灯），并测量交流发电机端子电压是否在13.9～15.1V之间。

是→进行步骤6）。

否→更换交流发电机或对交流发电机进行维修。

6）接通鼓风机电动机、后车窗除雾器和制动灯等来调节电压，电流是否为87.5A或更高？

是→充电系统正常。

否→更换交流发电机或对交流发电机进行维修。





99. 本田思铂睿交流发电机控制电路的故障如何处理?

1）将 HDS 连接至数据传输插头（DLC）。

2）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。

3）确保 HDS 与车辆和发动机控制模块（ECM）/动力系统控制模块（PCM）通信。如果没有通信，则排除 DLC 电路故障。

4）检查 DTC。如果出现 DTC，则在测试之前进行诊断并排除故障。

5）从交流发电机上断开交流发电机 4 芯插头。

6）起动发动机，并接通前照灯（远光档）。

7）如图 3-24 所示，测量交流发电机 4 芯插头 2 号端子与蓄电池正极接线柱之间的电压是否为 1V 或更低。

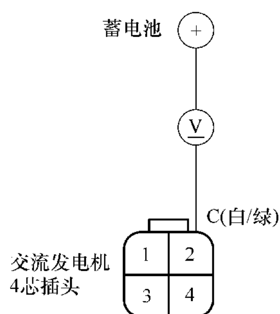


图 3-24　测量交流发电机 2 号端子与蓄电池正极电压

是→进行步骤 11）。

否→进行步骤 8）。

8）将 HDS 与 SCS 线短接，然后将点火开关旋至锁定（LOCK）（0）位置。

9）断开 ECM/PCM 插头 B（44 芯）。

10）如图 3-25 所示，检查 ECM/PCM 插头 B41 端子与车身搭铁之间是否导通。

是→排除交流发电机与 ECM/PCM 之间的导线短路故障。

否→使用运行良好的 ECM/PCM 替换，然后重新检查，必要时更换原来的 ECM/PCM。

11）将 HDS 与 SCS 线短接，然后将点火开关旋至锁定（LOCK）（0）位置。

12）断开 ECM/PCM 插头 B（44 芯）。

13）如图 3-26 所示，检查 ECM/PCM 插头 B41 端子与交流发电机 4 芯插头 2 号端子之间是否导通。

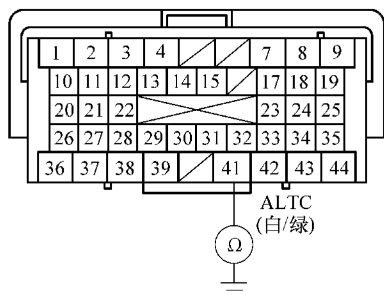


图 3-25　测试 B41 端子与车身搭铁之间导通性

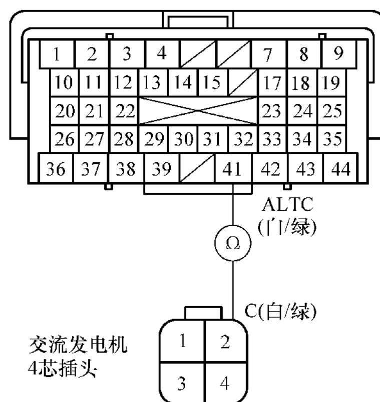


图 3-26　测试 B41 与交流发电机 2 号端子

是→更换交流发电机或对交流发电机进行维修。

否→排除交流发电机与 ECM/PCM 之间的断路故障。



100. 本田锋范充电系统指示灯电路故障如何排除?

1）将点火开关转至 ON（Ⅱ）位置。充电系统指示灯是否点亮?

是→转至步骤2）。

否→转至步骤14）。

2）起动发动机，将发动机转速保持为2000r/min 并持续1min。充电系统指示灯是否熄灭?

是→充电系统指示灯电路正常。按交流发电机和调节器电路故障排除方法继续进行。

否→转至步骤3）。

3）执行仪表控制单元自诊断功能程序。充电系统指示灯是否闪烁?

是→ 转至步骤4）。

否→ 更换仪表控制单元。

4）将点火开关转至 LOCK（0）位置。

5）断开交流发电机4 针插接器。

6）将点火开关转至 ON（Ⅱ）位置。充电系统指示灯是否熄灭?

是→更换交流发电机或修理交流发电机。

否→ 转至步骤7）。

7）将点火开关转至 LOCK（0）位置。

8）将本田诊断系统（HDS）连接到数据插接器（DLC）上。

9）将点火开关转至 ON（Ⅱ）位置。

10）确保 HDS 与车辆和 PCM 通信。如果不能进行通信，对 DLC 电路进行故障排除。

11）将 SCS 线路跳接至 HDS，然后将点火开关转至 LOCK（0）位置。

12）断开 PCM 插接器 B（49 针）。

13）如图3-27 所示，检查 PCM 插接器端子 B46 和车身搭铁之间是否导通。

是→ 修理交流发电机与 PCM（B46）之间线束的短路。

否→使用运行良好的 ECM/PCM 替换，然后重新检查，必要时更换原来的 ECM/PCM。

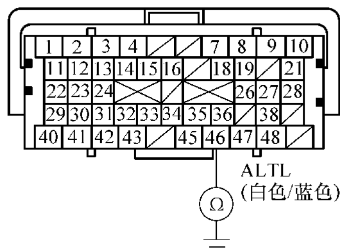


图3-27 测试 PCM B46 和车身搭铁之间的导通性

14）执行仪表控制单元自诊断功能程序。充电系统指示灯是否闪烁?

是→ 转至步骤15）。

否→更换仪表控制单元。

15）将点火开关转至 LOCK（0）位置。

16）断开交流发电机4 针插接器。

17）如图3-28 所示，用跨接线将交流发电机4 针插接器3 号端子连接到车身搭铁上。

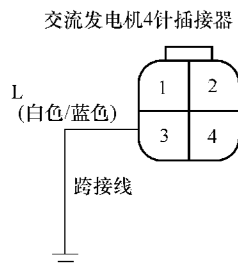


图3-28 跨接交流发电机3 号端子

18）将点火开关转至 ON（Ⅱ）位置。充电系统指示灯是否点亮?

是→ 更换交流发电机或修理交流发电机。



否→ 转至步骤 19)。

19)将本田诊断系统(HDS)连接到数据插接器(DLC)上。

20)将点火开关转至 ON(Ⅱ)位置。

21)确保 HDS 与车辆和 PCM 通信。如果不能进行通信,对 DLC 电路进行故障排除。

22)将 SCS 线路跳接至 HDS,然后将点火开关转至 LOCK(0)位置。

23)断开 PCM 插接器 B(49 针)。

24)如图 3-29 所示,检查 PCM 插接器端子 B46 和车身搭铁之间是否导通。

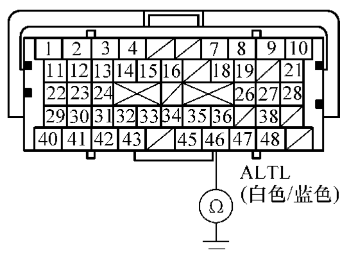


图 3-29 测试 B46 和车身搭铁之间的导通性

是→使用运行良好的 ECM/PCM 替换,然后重新检查,必要时更换原来的 ECM/PCM。

否→ 修理交流发电机与 PCM 之间线束的断路。



101. 本田锋范交流发电机和调节器电路故障如何排除?

1) 确保蓄电池充足电。

2) 如图 3-23 所示,连接电流表和电压表。

3) 起动发动机,将发动机转速保持为 2500r/min,然后使其怠速运转。

4) 将发动机转速增加至 1500r/min,并保持转速。

5) 打开前照灯(远光档)并测量交流发电机端子电压。电压是否在 13.9 ~ 15.1V 之间?

是→转至步骤 6)。

否→ 更换交流发电机或修理交流发电机。

6) 打开鼓风机电动机、后窗除雾器、制动灯等,然后观察电流是否为 87.5A 或更大?

是→充电系统正常。

否→ 更换交流发电机或修理交流发电机。



102. 本田锋范交流发电机控制电路的故障如何排除?

1) 将本田诊断系统(HDS)连接到数据插接器(DLC)上。

2) 将点火开关转至 ON(Ⅱ)位置。

3) 确保 HDS 与车辆和 PCM 通信。如果不能进行通信,对 DLC 电路进行故障排除。

4) 检查是否显示 DTC。如果 DTC 出现,则在继续测试前对故障原因进行诊断和修理。

5) 将交流发电机 4 针插接器从交流发电机上断开。

6) 起动发动机,并打开前照灯至远光档。

7) 如图 3-30 所示,测量交流发电机 4 针插接器 2 号端子与蓄电池正极端子之间的电压是否为 1 V 或更低。

是→ 转至步骤 11)。

否→ 转至步骤8)。

8) 将SCS线路跳接至HDS，然后将点火开关转至LOCK(0)位置。

9) 断开PCM插接器B(49针)。

10) 如图3-31所示，检查PCM插接器端子B45和车身搭铁之间是否导通。

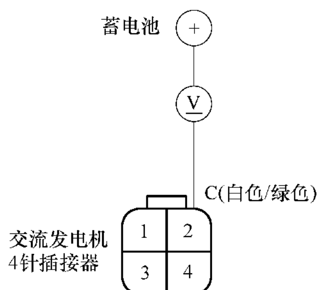


图3-30 测量交流发电机2号端子与蓄电池正极端子之间的电压

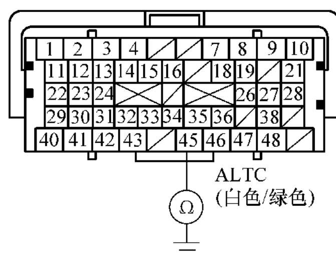


图3-31 检查B45和车身搭铁之间的导通性

是→修理交流发电机与PCM之间线束的短路。

否→使用运行良好的ECM/PCM替换，然后重新检查，必要时更换原来的ECM/PCM。

11) 将SCS线路跳接至HDS，然后将点火开关转至LOCK(0)位置。

12) 断开PCM插接器B(49针)。

13) 如图3-32所示，检查PCM插接器端子B45与交流发电机4针插接器2号端子之间是否导通。

是→更换交流发电机或修理交流发电机。

否→ 修理交流发电机与PCM之间线束的断路。

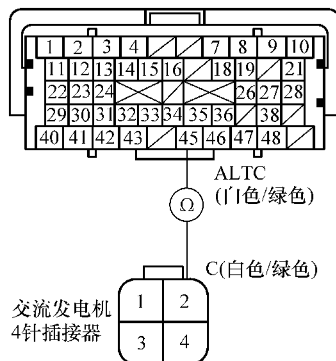


图3-32 检查B45与交流发电机2号端子之间的导通性

 103. 桑塔纳系列轿车充电指示灯不亮的故障如何排除?

1) 首先检查蓄电池是否严重亏电，发电机搭铁是否正常。

2) 拆下调节器，用一根细导线将调节器的F接线柱与D接线柱短接，然后将调节器装入发电机后盖并固定，接通点火开关。此时若充电指示灯亮，表明磁场绕组断路，应予以排除或更换。

3) 若以上检查良好，把发电机舱内左前方的单孔连接插头拆开，将检查用的导线一端与接指示灯的蓝色导线相连接，另一端搭铁，打开点火开关，观察充电指示灯，若指示灯点亮，表明发电机D+接线柱与单孔插头间连接导线断路或发动机调节器有故障；若指示灯不亮，可能充电指示灯损坏或继电器插座板、印制电路板及其连线损坏，应按照图3-33所示进行诊断。



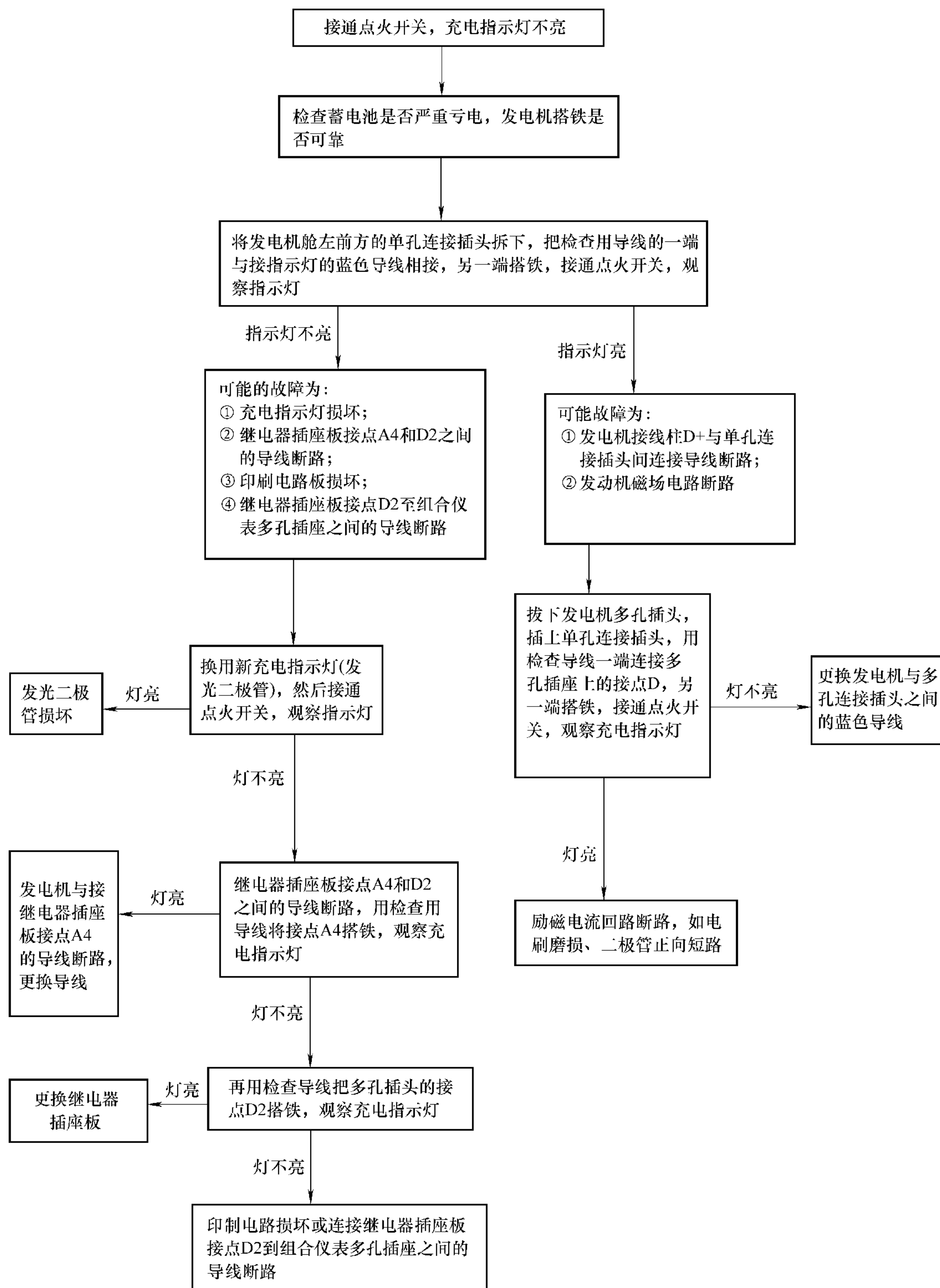


图 3-33 桑塔纳系列轿车充电指示灯不亮的诊断流程



104. 桑塔纳系列轿车不充电的故障如何排除？

桑塔纳系列轿车不充电的故障排除如图 3-34 所示。

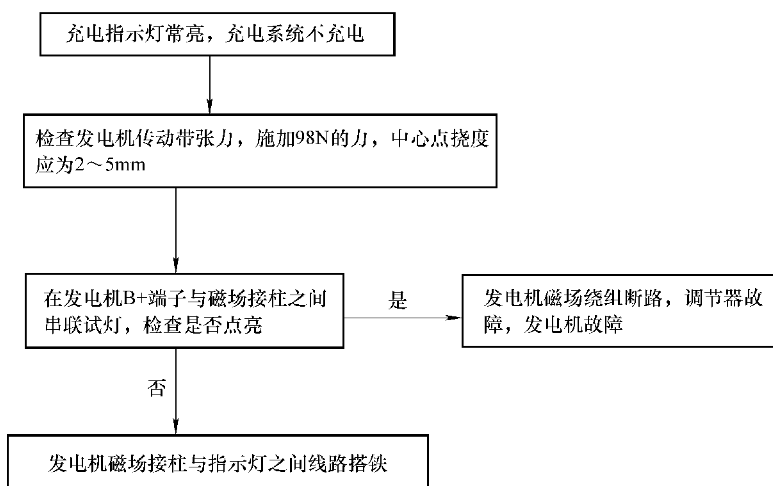


图 3-34　桑塔纳系列轿车不充电的诊断流程



105. 桑塔纳系列轿车充电指示灯时亮时熄的故障如何排除？

桑塔纳系列轿车充电指示灯时亮时熄的故障排除如图 3-35 所示。

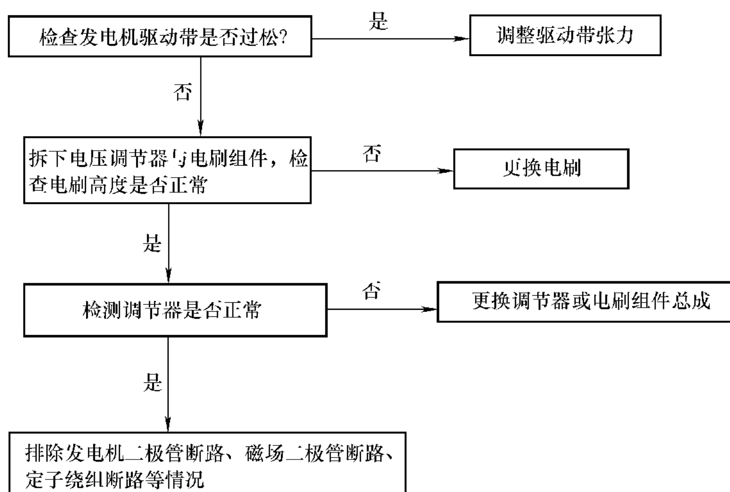


图 3-35　桑塔纳系列轿车充电指示灯时亮时熄的诊断流程

第四章　发动机点火系统

本章学习要点

1. 熟悉点火系统的组成与电路特点
2. 了解点火系统故障的诊断方法
3. 掌握曲轴位置传感器及爆燃传感器的检测方法
4. 熟悉火花塞的检测方法
5. 了解调整点火正时的方法
6. 熟悉典型汽车点火系统电路的故障排除

背景知识加油站1　发动机点火系统的故障诊断与检修

一、点火系统的技术要求

点火系统应在发动机各种不同工况和使用条件下，均能保证可靠而准确地点燃可燃混合气，所以点火系统必须满足以下三个技术要求：

① 点火正时准确，即点火时间应与发动机工作情况而相适应，如本田轿车点火提前角为6°～10°。

② 电火花应具有足够的点火能量，正常情况下混合气的点火能量为50～80mJ，起动时应达到100mJ左右。

③ 能产生足以击穿火花塞电极间隙的电压，正常情况下击穿电压一般均为15kV以上，起动时应达到19kV左右。

二、火花塞

1. 作用

花塞的作用是把点火线圈产生的高压电引入发动机气缸，在火花塞电极的间隙之间产生火花点燃混合气。

2. 结构

火花塞由中心电极、线柱芯、陶瓷绝缘体、铜芯等组成，如图4-1所示。

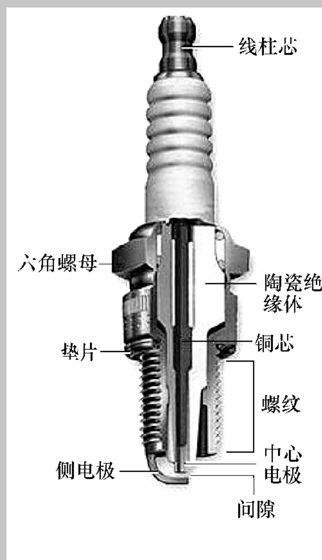


图4-1　火花塞结构

3. 分类

① 按照热值高低来分，有冷型和热型。

② 按照电极材料来分，有镍合金、铂金、铱合金等。

106. 点火系统的组成与电路是怎样的？

（1）传统点火系统的组成与电路

1）传统点火系统的组成。传统点火系统由蓄电池、发电机、点火开关、点火线圈、附加电阻、分电器、火花塞、高压线以及阻尼电阻组成，如图4-2所示。

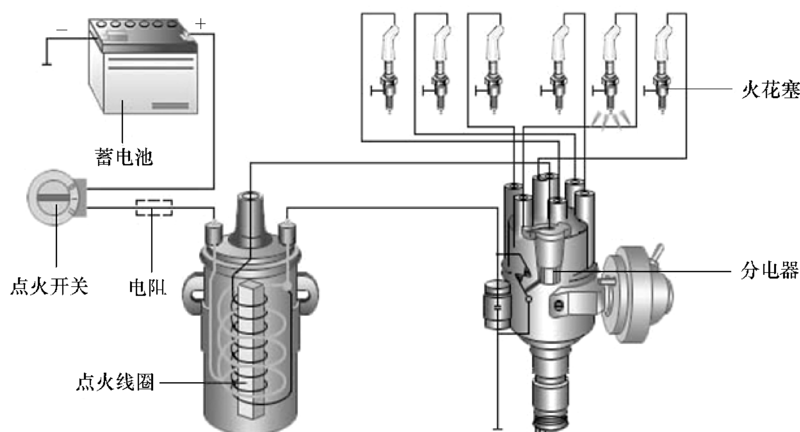


图4-2　传统点火系统的组成

2）传统点火系统的电路。在传统点火系统中，蓄电池或发电机供给12V低电压，经点火线圈和断电器转变为高电压，再经配电器分送到各缸火花塞，使电极间产生电火花，如图4-3所示。

> **学习提示：**发动机工作时，断电器轴连同凸轮一起在发动机凸轮轴的驱动下旋转。断电器凸轮转动时，断电器触点交替地闭合和打开，因此传统点火系统的工作原理可分为触点闭合，初级电流增长；触点打开，次级绕组产生高压；火花塞电极间火花放电三个阶段进行分析。

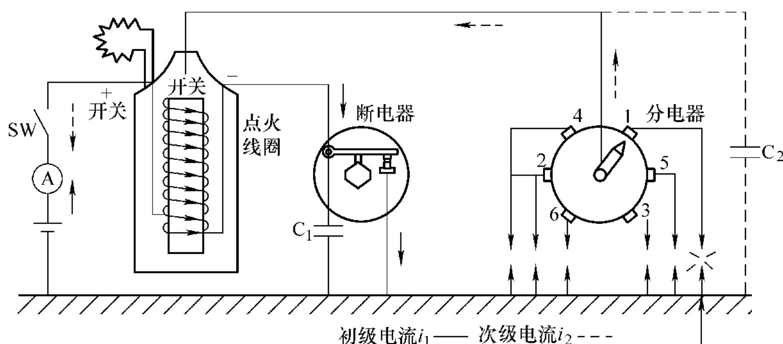


图4-3　传统点火系统的工作过程

（2）ECU控制点火系统的组成与电路

1）ECU控制点火系统的组成。ECU控制点火系统主要由传感器、发动机电子控制单元



（ECU）、点火线圈以及火花塞等组成，如图 4-4 所示。

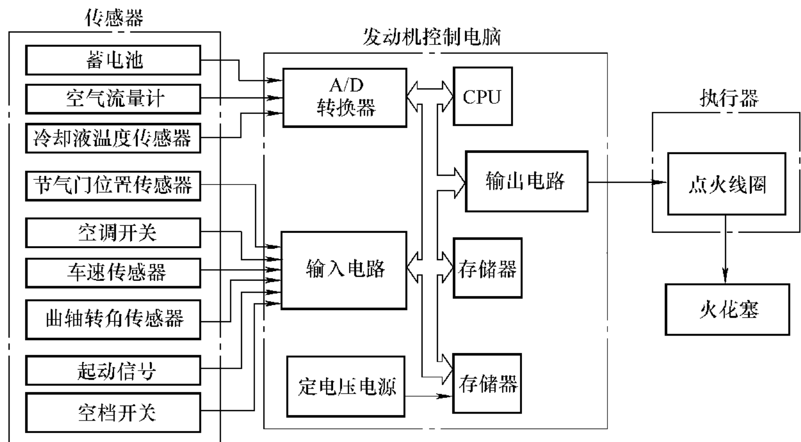


图 4-4　ECU 控制点火系统的组成

2）ECU 控制点火系统的电路。以丰田凯美瑞为例，ECU 控制点火系统的电路如图 4-5 所示。

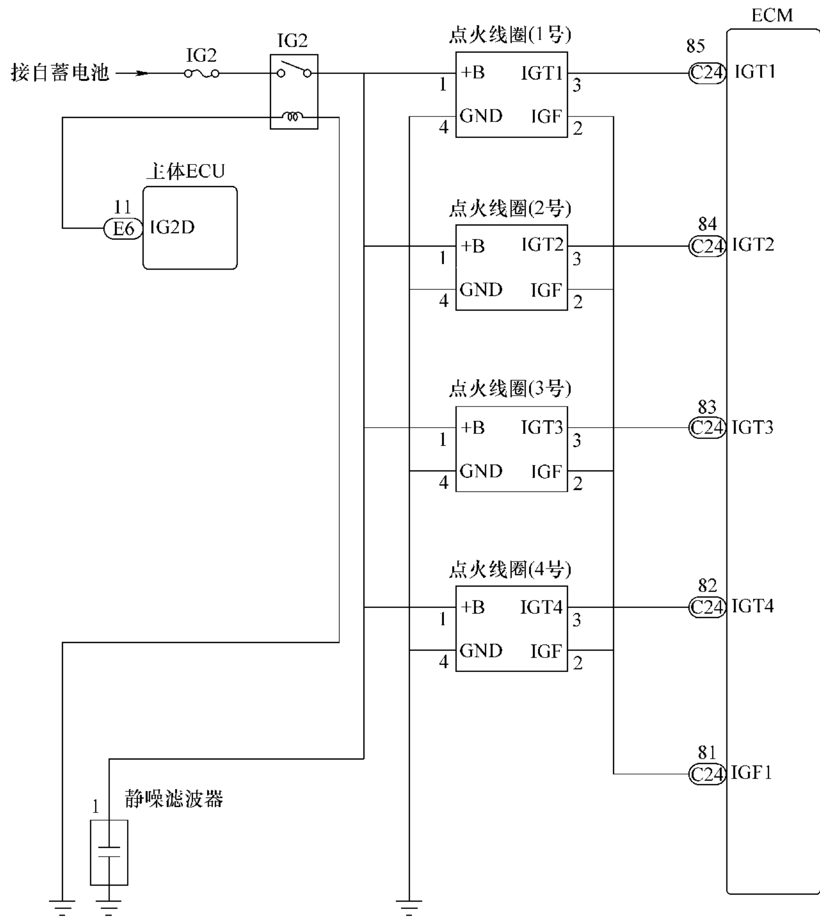


图 4-5　丰田凯美瑞 ECU 控制点火系统的电路

107. 如何诊断点火系统故障?

（1）点火系统基本检查

① 检查火花塞型号是否正确，如大功率、大压缩比、高转速发动机应选用“冷型”火花塞（铂金、铱金火花塞）；小功率、小压缩比、低转速发动机应选用“热型”火花塞等。

② 检查火花塞间隙是否正常，如一般间隙为0.6～0.8mm。

③ 检查点火正时以及点火提前角是否正常。

④ 检查点火系统部件连接线路以及控制元件是否正常等。

（2）点火系统自诊断　汽车电脑控制系统都具有自诊断功能，当电脑控制点火系统出现故障时，应首先利用汽车的自诊断功能调取存储在电脑内的故障码，根据故障码可快速对电控系统自身故障的范围做出初步判断并进一步排除故障。

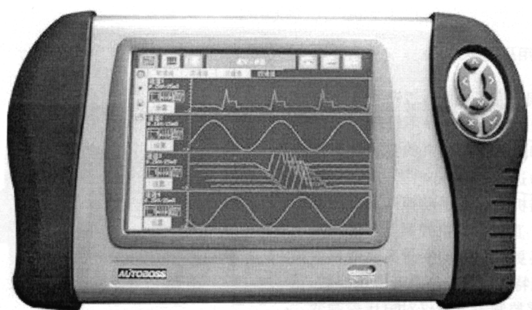


图4-6　车博士诊断仪点火数据流与波形显示

（3）利用故障诊断仪分析点火数据流与波形　连接故障诊断仪进入点火系统，如图4-6所示，读取点火数据流与波形，然后与标准数据进行比较判断。

108. 如何检查曲轴位置传感器?

学习提示：曲轴位置传感器是发动机电子控制系统中最主要的传感器之一，它提供点火时刻、确认曲轴位置的信号，用于检测活塞上止点、曲轴转角及发动机转速。曲轴位置传感器所采用的结构随车型不同而不同，可分为磁脉冲式、光电式和霍尔式三大类。

（1）磁脉冲式曲轴位置传感器　以丰田2JZ－GE型发动机为例说明磁脉冲式曲轴位置传感器的检测方法。其控制电路如图4-7所示。

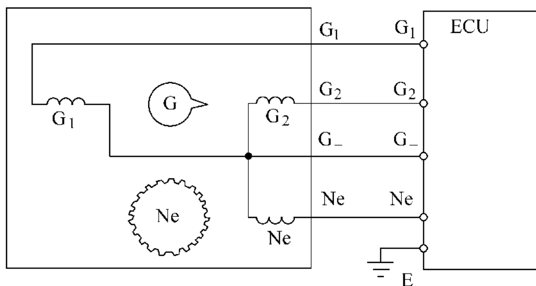


图4-7　曲轴位置传感器电路

1）曲轴位置传感器的电阻检查。将点火开关转至OFF位置，拔开曲轴位置传感器的导线插接器，用万用表的电阻档测量曲轴位置传感器G_1、G_2和Ne感应线圈的电阻，其值应符合规定（表4-1）。如电阻值不在规定的范围内，必须更换曲轴位置传感器。



表 4-1　曲轴位置传感器的电阻值

端子	电阻值/Ω
G_1 – G –	冷态 125 ~ 200
	热态 160 ~ 235
G_2 – G –	冷态 125 ~ 200
	热态 160 ~ 235
Ne – G –	冷态 155 ~ 250
	热态 190 ~ 290

2）测试曲轴位置传感器输出信号。拔下曲轴位置传感器的导线插接器，当发动机转动时，用万用表的电压档检测曲轴位置传感器上 G_1 – G –、G_2 – G –、Ne – G – 端子间是否有脉冲电压信号输出。如没有脉冲电压信号输出，则必须更换曲轴位置传感器。

3）检查感应线圈与正时转子的间隙。如图 4-8 所示，用塞尺测量正时转子与感应线圈凸出部分的空气间隙，其间隙应为 0.2 ~ 0.4mm。若间隙不合要求，则必须更换分电器壳体总成。

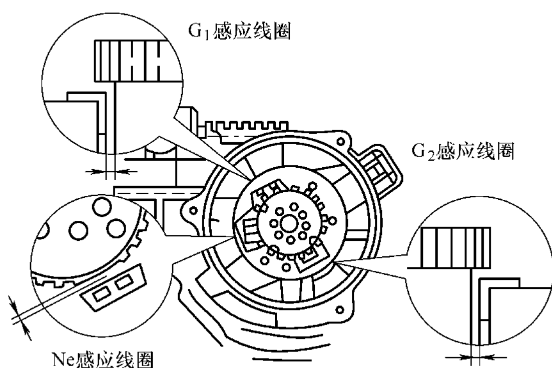


图 4-8　感应线圈与正时转子的间隙检查

（2）光电式曲轴位置传感器的检测

1）曲轴位置传感器的线束检查。以现代 SONATA 汽车光电式曲轴位置传感器为例说明，如图 4-9 所示。

学习提示：检查时，脱开曲轴位置传感器的导线插接器，把点火开关置于 ON 位置，用万用表的电压档测量线束侧 4 号端子与搭铁间的电压应为 12V；线束侧 2 号端子和 3 号端子与搭铁间电压应为 4.8 ~ 5.2V；用万用表的电阻档测量线束侧 1 号端子与搭铁间应为 0Ω（导通）。

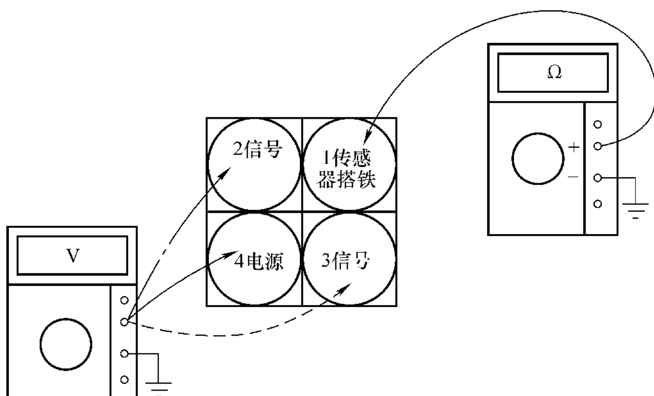


图 4-9　现代 SONATA 传感器的线束测试

2）光电式曲轴位置传感器输出信号检测。将万用表（电压档）接在传感器侧3号端子和1号端子上，在起动发动机时，电压应为0.2～1.2V。在起动发动机后的怠速运转期间，用万用表电压档检测2号端子和1号端子电压应为1.8～2.5V，否则应更换曲轴位置传感器。

（3）霍尔式曲轴位置传感器的检测　如图4-10所示，以北京切诺基的霍尔式曲轴位置传感器电路为例来说明其检测方法。

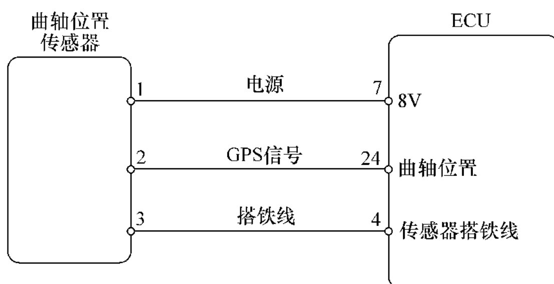


图4-10　霍尔式曲轴位置传感器电路图

1）传感器电压的测试。点火开关置于ON位置，用万用表电压档测量ECU侧7号端子的电压应为8V，在传感器导线插接器1号端子处测量电压也应为8V，否则为电源线断路或接头接触不良。

2）端子间电压的检测。用万用表的电压档，对传感器的1、2、3号三个端子进行测试，当点火开关置于ON位置时，1－3端子间的电压值约为8V；2～3端子间的电压值在发动机转动时，在0.3～5V之间变化，且数值显示呈脉冲性变化，最高电压5V，最低电压0.3V。如不符合以上结果，应更换曲轴位置传感器。

3）电阻检测。点火开关置于OFF位置，拔下曲轴位置传感器导线插接器，用万用表（欧姆档）跨接在传感器侧的端子1－2或1－3间，此时万用表应显示为∞，如果指示有电阻，则应更换曲轴位置传感器。

维修注意：GM（通用）公司触发叶片式霍尔传感器的测试方法与上述相似，只是端子为4个，上止点信号（内信号轮触发）输出端与搭铁端为脉冲电压显示。



109. 如何测量点火线圈和检测点火系统ECU的故障？

（1）测量点火线圈　如图4-11所示，以独立点火系统的点火线圈为例，初级线圈电阻值均为0.61～0.73Ω，次级线圈最大导通电流为0.3～1.4mA。

（2）检测点火系统ECU的故障

1）检测ECU各端子间的电阻值。拆下ECU插接器，用万用表的欧姆档测量各端子间的电阻。如果测得电阻值和标准值不符，表明ECU相关部分有故障。

2）使用万用表检测ECU各端子间的工作电压。

① 将万用表选择在直流电压档，并选择合适的量程。

② 打开点火开关或在发动机运转

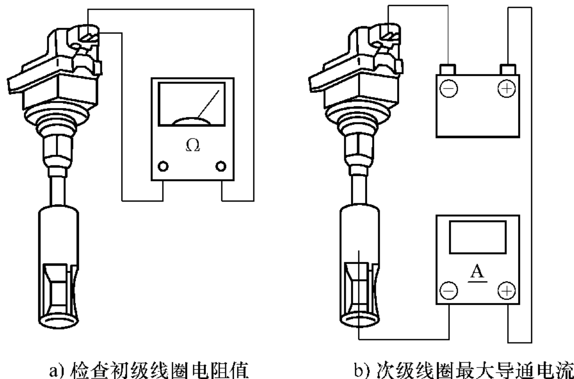


图4-11　测量点火线圈



时，用万用表测量 ECU 各端子的工作电压或信号电压，如果所测值不符合标准，表明 ECU 相关部分有故障。

3）替代检测法。使用同型号发动机的 ECU 进行替换，如换件后工作正常，表明原 ECU 有故障。



110. 如何测量爆燃传感器？

以大众迈腾轿车为例，爆燃传感器控制电路如图 4-12 所示。

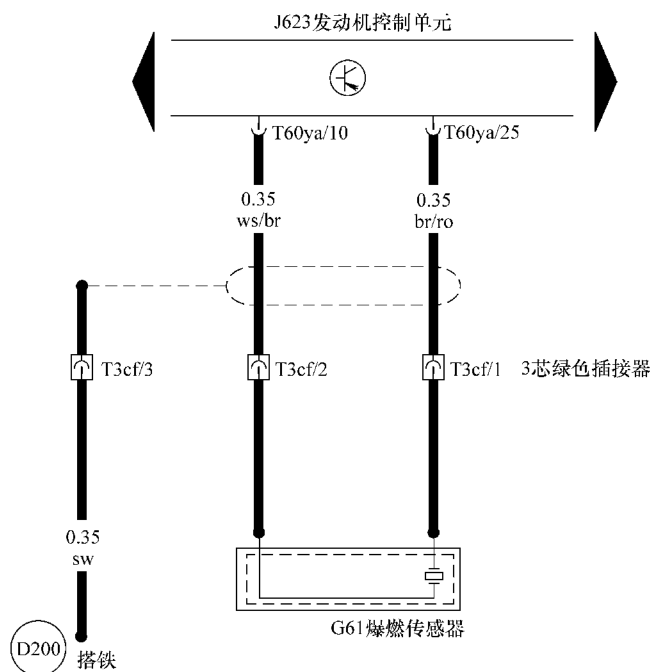


图 4-12　爆燃传感器控制电路

（1）用万用表测量

1）切断点火开关，脱开爆燃传感器 3 芯插接器和 J623 发动机控制单元插接器。

2）分别用万用表测量 J623 爆燃传感器信号输入端 T3cf/2 – T60ya/10 和爆燃传感器输出端 T3cf/1 – T60ya/25 之间的连接是否导通。如果不导通，应排除该线路及插接器的断路故障。

3）如果检查上述线路无异常，再检查传感器信号端子 T3cf/3 与搭铁间是否导通。如不导通，排除搭铁不良故障。

4）如果检查线路均良好，应单独测量其爆燃传感器两端 T3cf/1 与 T3cf/2 电阻，应近于 0Ω，否则，说明该传感器已损坏，应更换。

（2）用点火正时灯检测爆燃传感器

学习提示：用点火正时灯不仅能对爆燃传感器进行检测，也能对发动机控制单元的爆燃反馈控制系统进行检测，是一种简单的测试方法。

1）检测前，首先擦拭飞轮或曲轴带轮上的1缸压缩上止点标记，并用粉笔或油漆将标记描白。

2）将正时灯传感器夹在1缸点火线圈连接线上，利用正时灯闪光与1缸点火同步的原理测出发动机运行时的点火提前角。

3）检测时使发动机在怠速工况稳定运转，打开正时灯并对准飞轮壳或缸体前端面上的固定指针，用橡胶锤敲击爆燃传感器附近的缸体，这时若看到描白标记顺时针向固定指针靠近，过一段时间后标记又逆时针离开固定指针，则说明爆燃传感器工作正常。

学习提示：若敲击爆燃传感器附近缸体，描白标记在原先位置保持不动，则说明爆燃传感器有故障，再进一步查明故障原因。



111. 如何测量火花塞？

（1）就车检查法（表4-2）

表4-2　就车检查法

方法	操　　作
触摸法	起动发动机，使其怠速运转，用手触摸火花塞绝缘陶瓷部位，如温度上升得很快，表明火花塞正常，反之为不正常
短路法	起动发动机，使其怠速运转，然后用螺钉旋具逐缸对火花塞短路，听发动机转速和响声变化，转速和响声变化明显，表明火花塞正常，反之为不正常
断缸试验法	发动机怠速运转，对单缸缸体做跳火试验，观察发动机工作情况。如果发动机怠速运转无明显变化，说明火花塞有故障；如果发动机怠速下降明显，说明火花塞工作正常

（2）观色法（表4-3）

表4-3　观色法

火花塞状态	故障原因
赤褐色或铁锈色	火花塞正常
电极熔化且绝缘体呈白色	燃烧室内积炭过多，使气门间隙过小等引起的排气门过热或火花塞未按规定力矩拧紧等
电极变圆且绝缘体结有疤痕	点火时间过早或者汽油辛烷值低，火花塞热值过高等原因
绝缘体顶端碎裂	点火时间过早、汽油辛烷值低、燃烧室内温度过高，都可能导致发动机爆燃燃烧
绝缘体顶端有灰黑色条纹	火花塞漏气
油性沉积物	润滑油进入燃烧室内。如果只是个别火花塞，则可能是气门杆油封损坏。如果各缸火花塞都粘有这种沉积物，表明气缸窜油，应检查空气滤清器和通风装置是否堵塞
黑色沉积物	混合气过浓，可以增高发动机运转速度，并持续几分钟，即可烧掉留在电极上的一层黑色的煤烟层



（3）用万用表检测火花塞的电阻　如图4-13所示，用万用表测量火花塞的电阻，应为2000Ω左右，过大或过小应更换。

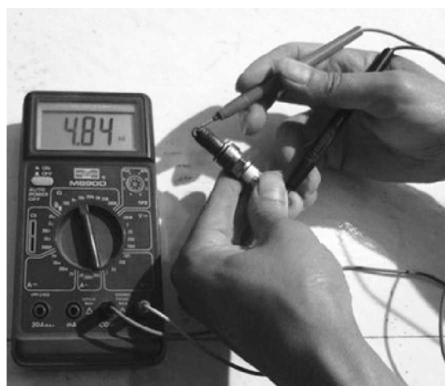


图4-13　测量火花塞的电阻



112. 如何调整点火正时？

1）让发动机处于怠速运状态，发动机冷却液温度正常。

2）用点火正时灯照射带轮或飞轮上的正时标记，检查基本点火提前角。如果基本点火提前角不在规定范围内，应进行调整。

学习提示：

① 对有分电器的电子点火系统，可用转动分电器外壳的方法进行调整。若需调整，松开分电器螺钉，根据点火正时对准正时带轮再转动分电器（左右转）直至刻度记号在规定值为止，最后锁紧分电器螺钉即可。

② 对无分电器的电子点火系统，必须通过正时链条的正时标记进行调整。

3）当调整点火正时后，起动发动机并踩下加速踏板，观察点火提前角是否随发动机转速的提高而增大。如不增大，则排除ECU的相关电路故障。

知识链接

① 起动发动机暖机达到正常工作温度。

② 如图4-14所示，将点火正时灯的红色夹头夹在蓄电池正极接线柱上，黑色夹头夹在蓄电池负极接线柱上，传感器夹于第一缸高压导线上。



图4-14　点火正时灯

③ 调整发动机转速至正常怠速状态下，利用点火正时灯照射于正时带轮上，查看带轮上记号是否为厂家规定角度（一般为6°~10°）。

背景知识加油站2　典型点火系统故障排除

一、点火系统故障类型

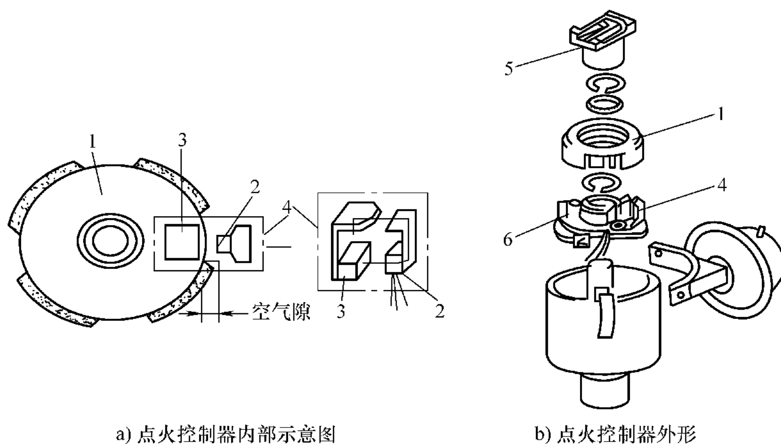
① 各缸火花塞均不跳火。
② 火花过弱。
③ 火花塞断火或缺火。
④ 点火正时不对等。

二、点火系统故障排除方法

① 检查曲轴位置传感器。
② 检查点火线圈。
③ 检查火花塞。
④ 检查发动机ECU。
⑤ 检查点火系统控制电路等。

113. 桑塔纳轿车霍尔式点火系统用点火控制器的结构有何特点？

桑塔纳轿车装用的霍尔式电子点火系统用点火控制器如图4-15所示。



a) 点火控制器内部示意图　　b) 点火控制器外形

图4-15　点火控制器

1—触发叶轮　2—霍尔集成块　3—带导板的永久磁铁
4—霍尔传感器　5—分火头　6—分电器壳体

霍尔点火控制器由触发叶轮和霍尔传感器组成。触发叶轮像传统分电器的凸轮一样，套装在分电器轴的上部，它可以随分电器轴一起转动，又能相对分电器轴作少量转动，以保证离心调节装置正常工作。触发叶轮的叶片数与气缸数相等，其上部套装分火头，与触发叶轮一起转动。



学习提示：霍尔传感器由带导板（导磁）的永久磁铁和霍尔集成块组成，触发叶轮的叶片在霍尔集成块和永久磁铁之间转动。霍尔集成块包括霍尔元件和集成电路，由于霍尔信号发生器工作时，霍尔元件产生的霍尔电压 U_H 约为 20mV，信号很微弱，还需由集成电路进行信号处理完成。



114. 桑塔纳轿车霍尔式点火系统的线路有何特点？

桑塔纳轿车霍尔式点火系统的线路如图 4-16 所示，其特点如下：

1）点火开关打开，点火模块通电准备工作，同时稳压电路给霍尔传感器提供工作电源。

2）飞轮带动分电器轴转动，传感器叶轮转动使霍尔元件中产生交变变化的电信号（方波）。

3）信号送入点火模块，经过多级放大驱动功率晶体管工作。功率晶体管接通点火线圈一次侧电路通电储能；功率晶体管断开点火线圈二次侧电路通过互感产生高压；击穿火花塞点火。

4）传感器工作稳定可靠，无机械磨损，寿命长，控制精度高。

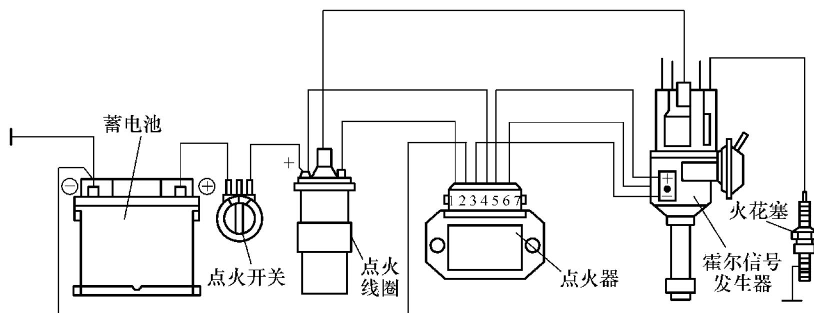


图 4-16　霍尔式点火系统线路

知识链接

点火器通过内部电路，适时地驱动点火器末级大功率晶体管导通，接通初级电路。其电路是：蓄电池正极→点火开关→点火线圈初级绕组→点火器（大功率晶体管、反馈电阻）→搭铁→蓄电池负极。



115. 日产轿车点火系统电路故障如何处理？

日产轿车点火系统电路如图 4-17 所示。

（1）使用示波器进行测试

1）使发动机怠速运转。

2）如图 4-18 所示，使用示波器读取 ECU 端口 17、18、21、22 与搭铁之间的电压信号。

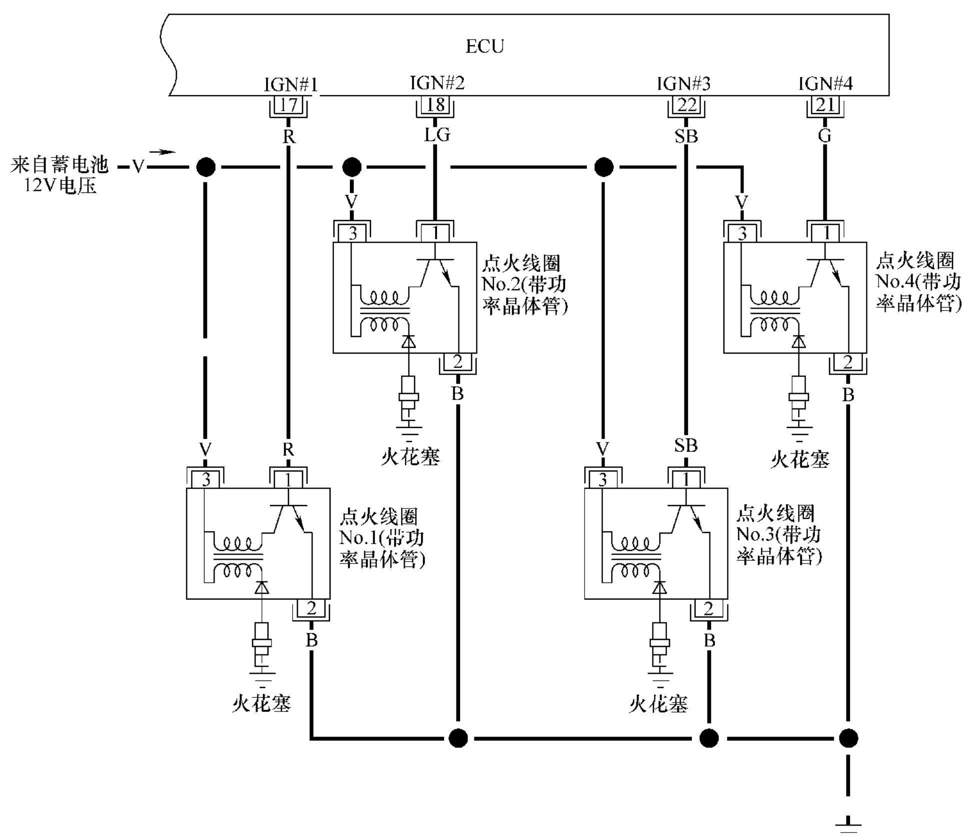


图4-17　日产轿车点火控制电路

3）验证示波器显示屏上的信号波形，如图4-19所示，应与规定波形一致，否则应进行检修。此外怠速时，脉冲周期随转速改变。

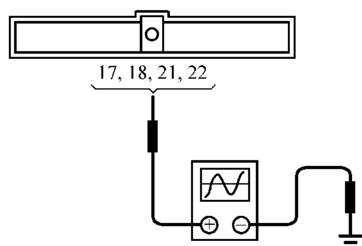


图4-18　测试点火波形

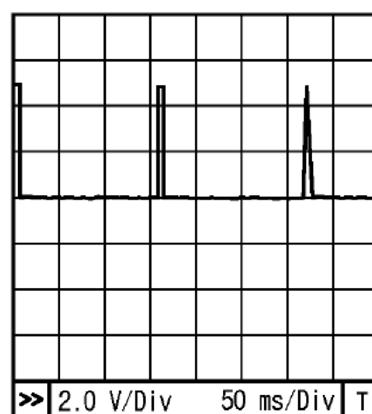


图4-19　点火信号波形

（2）检查点火线圈电源电路

1）将点火开关转至OFF位置。



2）断开点火线圈上的线束接头，将点火开关转至 ON 位置。

3）如图 4-20 所示，使用万用表测量点火线圈插头 3 号端子与搭铁之间的电压，应为蓄电池电压，否则应进一步检查控制电路故障。

（3）点火线圈检查

1）将点火开关转至 OFF 位置。

2）断开点火线圈上的线束接头。

3）如图 4-21 所示，分别检查点火线圈端口 1、2 与 3，应有电阻值；1 与 2 之间电阻应为∞，否则应更换点火线圈。

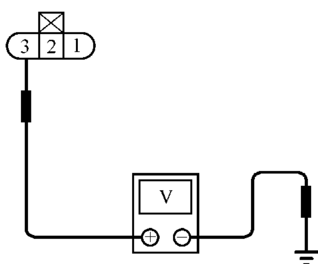


图 4-20　测试点火线圈电源

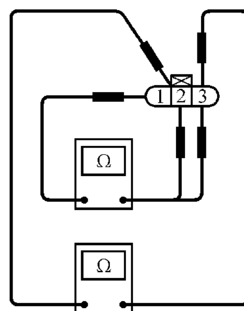


图 4-21　测试点火线圈



116. 本田雅阁点火系统电路故障如何处理？

本田雅阁点火系统电路如图 4-22 所示。

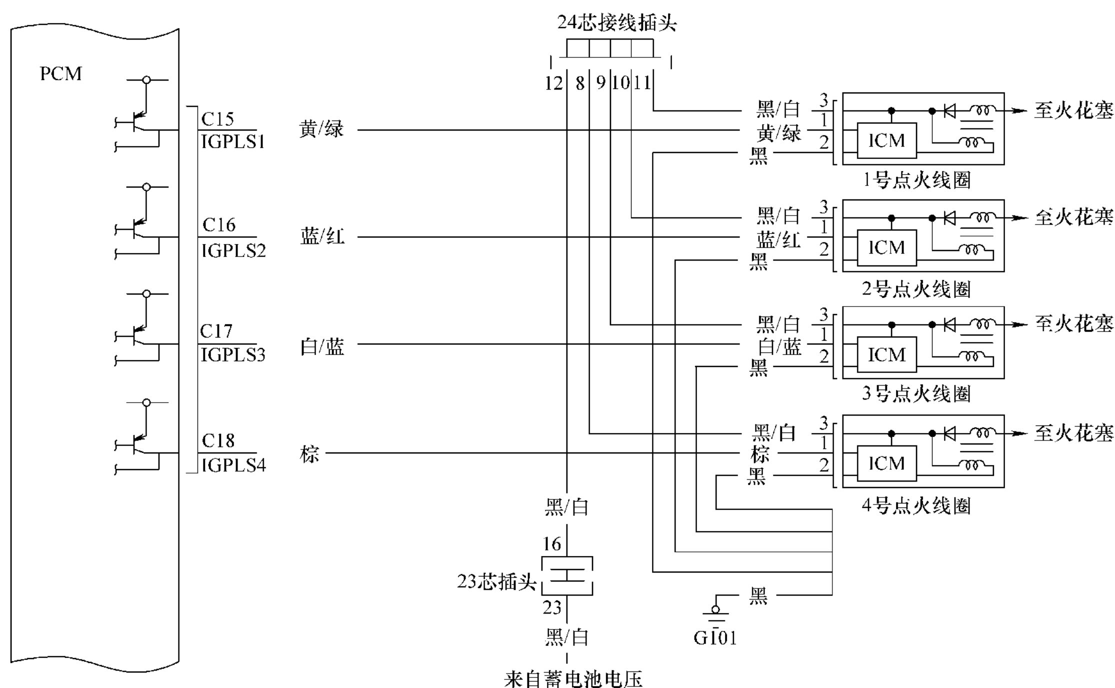


图 4-22　本田雅阁点火系统电路

1）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

2）使用HDS清除DTC。

3）起动发动机。

4）使用HDS检查所有DTC或临时DTC。是否显示DTC P0351、P0352、P0353或P0354?

是→进行步骤5）。

否→间歇性故障，此时系统正常。检查点火线圈与PCM端子之间是否连接不良或松动。

5）将点火开关旋至锁定（0）位置。

6）将故障气缸的点火线圈与另一个气缸的点火线圈调换。

7）起动发动机。

8）使用HDS检查所有DTC或临时DTC。DTC是否显示在已更换气缸的位置?

是→更换有故障的点火线圈，然后重新检查。

否→进行步骤9）。

9）将点火开关旋至锁定（0）位置。

10）检查发动机盖下熔丝/继电器盒内13号点火线圈熔丝（15A）。

熔丝是否正常?

是→进行步骤11）。

否→进行步骤12）。

11）测试发动机盖下熔丝/继电器盒内的点火线圈继电器。点火线圈继电器是否正常?

是→进行步骤15）。

否→更换有故障的点火线圈继电器，然后进行重新检查。

12）拆下发动机盖下熔丝/继电器盒内的点火线圈继电器。

13）断开所有点火线圈3芯插头。

14）如图4-23所示，检查1号点火线圈3芯插头3号端子与车身搭铁之间是否导通。

是→排除点火线圈与点火线圈继电器之间导线的短路故障。同时更换13号点火线圈熔丝（15A）。

否→更换发动机盖下熔丝/继电器盒。

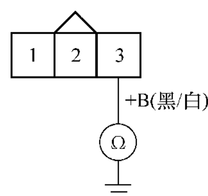


图4-23 检查点火线圈插头3号端子与车身搭铁之间的导通性

15）重新连接点火线圈继电器。

16）断开故障气缸的点火线圈3芯插头。

17）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

18）如图4-24所示，测量故障气缸的点火线圈3芯插头3号端子与车身搭铁之间是否为蓄电池电压。

是→进行步骤19）。

否→排除点火线圈与点火线圈继电器之间的导线断路故障。

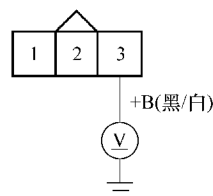


图4-24 测量点火线圈插头3号端子与车身搭铁之间的电压

19）将点火开关旋至锁定（0）位置。

20）如图4-25所示，检查故障气缸的点火线圈3芯插头2号端子与车身搭铁之间是否导通。



是→进行步骤 21）。

否→排除点火线圈与 G101 之间的导线断路故障。

21）使用 HDS 短接 SCS 线。

22）断开 PCM 插头 C（49 芯）。

23）如图 4-26 所示，检查故障气缸的相应 PCM 插头端子与车身搭铁之间是否导通。

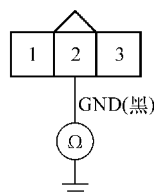


图 4-25　点火线圈插头 2 号端子与车身搭铁之间的导通性

是→排除 PCM 与点火线圈之间导线的短路故障。

否→进行步骤 24）。

24）如图 4-27 所示，检查故障气缸的相应点火线圈 3 芯插头 1 号端子与相应 PCM 插头端子之间是否导通。

是→重新连接所有插头，然后使用运行良好的 PCM 进行替换检查，必要时将其更换。

否→排除 PCM 与点火线圈之间的导线断路故障，然后清除故障码，故障处理完成。

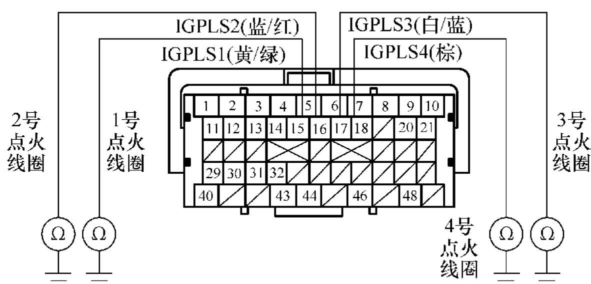


图 4-26　PCM 点火线圈信号

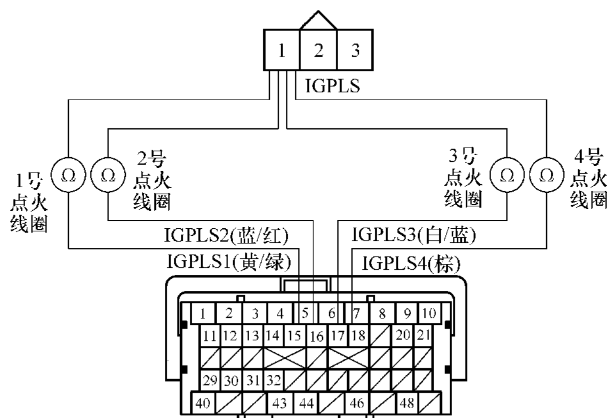


图 4-27　测试点火线圈 1 号端子与相应 PCM 插头端子之间的导通性



117. 本田飞度点火系统电路故障如何处理？

1）将点火开关转至 LOCK（0）位置。

2）断开所有点火线圈 3 针插接器。

3）将点火开关转至 ON（Ⅱ）位置。

4）如图 4-28 所示，测量故障气缸点火线圈 3 针插接器 3 号端子和车身搭铁之间的电压是否为蓄电池电压。

是→转至步骤 5）。

否→修理点火线圈和点火线圈继电器之间线束的断路故障。

5）将点火开关转至 LOCK（0）位置。

6）如图4-29所示，检查故障气缸的点火线圈3针插接器2号端子和车身搭铁之间的导通性，是否导通？

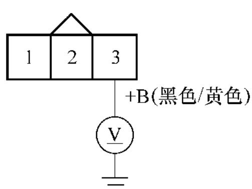


图4-28　测试点火线圈3号端子与车身搭铁之间的电压

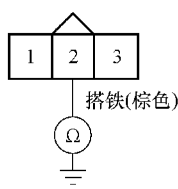


图4-29　测试点火线圈2号端子与车身搭铁之间的导通性

是→转至步骤7）。

否→修理点火线圈和G101之间线束的断路。

7）断开ECM/PCM插接器C（49针）。

8）如图4-30所示，检查相应的点火线圈3针插接器1号端子和故障气缸相应的ECM/PCM插接器端子之间是否导通。

是→电路正常，主要对点火线圈与ECM/PCM进行测试，必要时更换。

否→修理ECM/PCM和点火线圈之间线束的断路。

118. 大众帕萨特点火系统电路故障如何处理？

1）将点火开关关闭。

2）拔下点火线圈的上3针插头。

3）如图4-31所示，使用万用表测量点火线圈的3号端子与发动机搭铁之间的电压。当打开点火开关时，电压应为蓄电池电压。如果正常，应进行下一步检测；如果不正常，说明点火线圈的电源出现断路、短路或点火线圈熔丝熔断的故障，应将其排除。

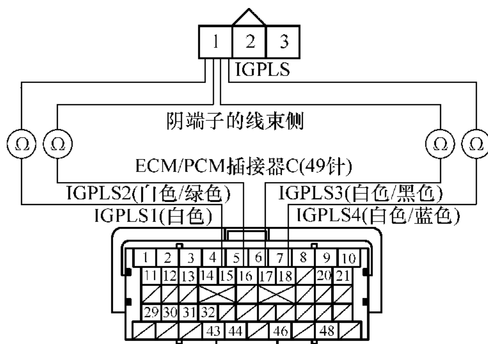


图4-30　测试点火线圈与ECM/PCM电路

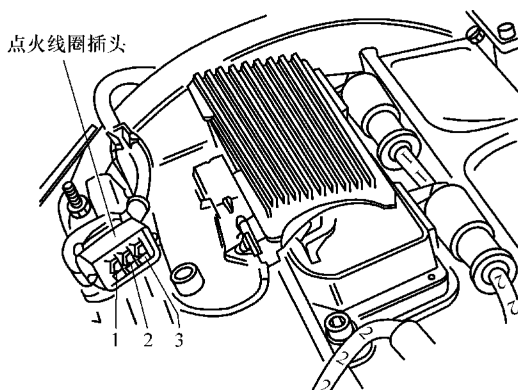


图4-31　点火线圈插头

4）测量点火线圈的2号端子与发动机搭铁之间是否出现断路或短路，如果不正常，应排除导线异常情况；如果正常，则应进行下一步测试。

5）测量点火线圈的1号端子与发动机控制单元之间的信号连接是否正常，如果不正常，应排除导线异常情况；如果正常，则更换发动机控制单元或点火系统相关部件进行检测。

第五章　发动机控制系统

本章学习要点

1. 了解燃油喷射电控系统的功用、组成以及类型
2. 掌握喷油器的喷油量和喷油正时的控制
3. 掌握燃油部件的检修
4. 了解进气系统的组成
5. 掌握进气系统空气流量传感器的结构、工作原理以及检修
6. 掌握进气系统传感器的结构、工作原理以及检修
7. 熟悉发动机控制系统故障码的读取和清除
8. 了解发动机控制系统数据流分析方法的应用
9. 熟悉发动机信号分析的应用
10. 掌握发动机控制系统常见传感器的检修
11. 熟悉发动机控制单元 ECU 的功用
12. 掌握发动机控制单元 ECU 的诊断方法
13. 掌握发动机控制单元 ECU 的维修方法
14. 熟悉典型发动机电控系统的故障排除方法



背景知识加油站 1　燃油喷射电控系统

一、燃油喷射电控系统的优点

燃油喷射电控系统能准确控制混合气的质量，保证气缸内的燃料燃烧完全，使废气排放物和燃油消耗都能够达到国家规定的环保标准，同时它还提高了发动机的充气效率，增加了发动机的功率和转矩。

二、燃油喷射电控系统工作原理

发动机控制单元（ECU）首先读取进气歧管真空度（进气流量）、发动机转速、冷却液温度、进气温度、节气门位置等传感器输入的信号，然后将这些信息与 ECU 的 ROM 存储器中预置好的信息进行比较，进而确定在这种状态下发动机所需的喷油量和点火提前时间。



119. 发动机电控燃油喷射系统的功用是什么？

1）发动机电控燃油喷射系统是以发动机 ECU 为控制中心，利用安装在发动机不同部位

上的各种传感器来检测发动机的各种工作参数。根据这些参数选择ECU中设定的程序，通过控制喷油器，精确地控制喷油量，使发动机在各种工况下都能获得最佳空燃比的混合气。

2）电控燃油喷射系统通过ECU中的控制程序，实现起动加浓、暖机加浓、加速加浓、全负荷加浓、减速调稀、强制怠速断油、自动怠速控制等功能。

120. 发动机电控燃油喷射系统由哪几部分组成？

电控燃油喷射系统主要由进气控制系统、燃油供给系统和电子控制系统组成。

（1）进气控制系统　进气控制系统的作用主要是提供、测量和控制燃油燃烧时所需要的进气量。

> **学习提示：**进气控制系统的工作原理是新鲜空气通过空气滤清器过滤后，由空气流量传感器（也称空气流量质量传感器）计量后经过节气门体进入进气歧管。在进气歧管内从喷油器喷出的燃油与空气混合后被吸入气缸内燃烧。

（2）燃油供给系统　燃油供给系统精确地控制喷油量，主要由燃油箱、燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、喷油器以及燃油管路组成。

（3）电子控制系统　电子控制系统的功能是根据发动机运转状况和车辆运行状况确定燃油的最佳喷油量，它主要包括各种传感器、ECU和执行器，如图5-1所示。

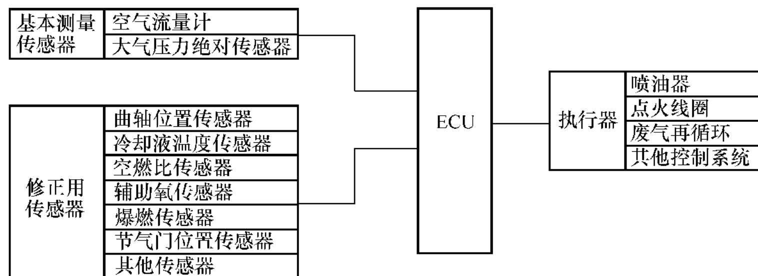


图5-1　电子控制系统

121. 燃油喷射式发动机分为哪几类？

（1）D型系统　D型系统通过检测进气歧管的真空度和发动机转速来确定发动机的进气量，由ECU根据进气量确定喷油量，如图5-2所示。

（2）L型系统　L型系统采用空气流量传感器直接测量发动机进气量，由ECU根据进气量以及各种传感器确定喷油量，如图5-3所示。

122. 喷油器的喷油量是如何控制的？

> **学习提示：**喷油量的控制即喷油器喷射时间的控制，要使发动机在各种工况下都处于良好的工作状态，必须精确地计算基本喷油持续时间和各种参数的修正量。

（1）起动喷油量控制　当发动机起动时，由于转速变化较大，此时ECU根据起动信号



和当时的冷却液温度计算出起动时的喷油持续时间（喷油量），如图 5-4 所示。

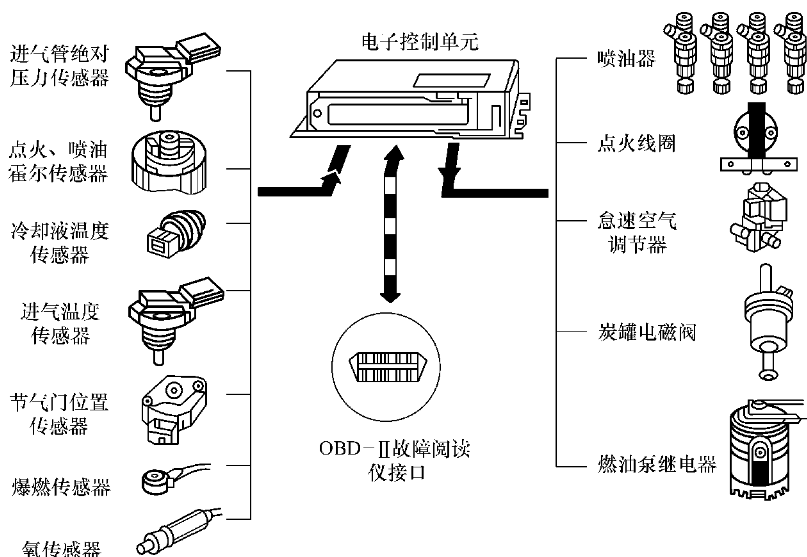


图 5-2　大众宝来 D 型系统

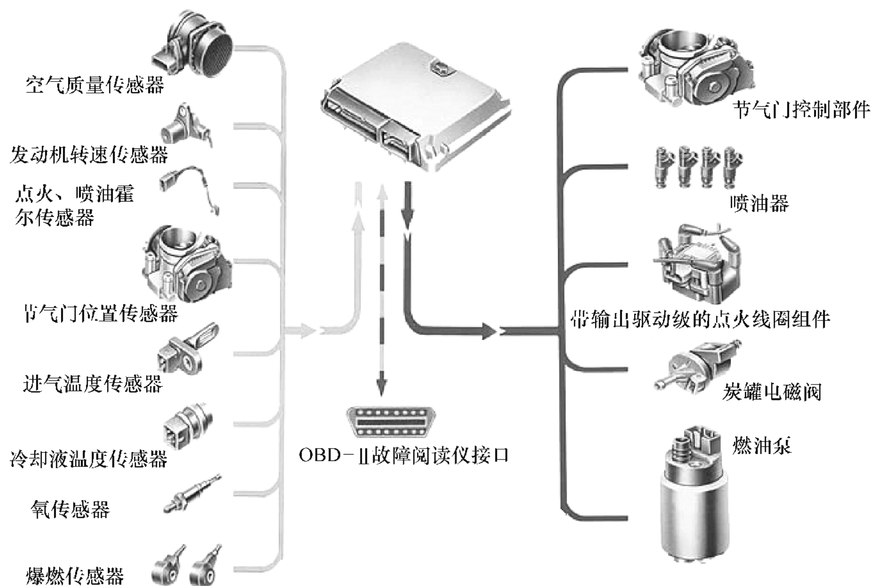


图 5-3　大众新迈腾 L 型系统

（2）起动后的喷油量控制　发动机转速超过预定值时，ECU 根据各种传感器输入的运行工况信息，对喷油量进行修正和调整，如图 5-5 所示。ECU 确定的总喷油量满足以下公式：

总喷油量 = 基本喷油量 + 喷油修正量 + 喷油增量

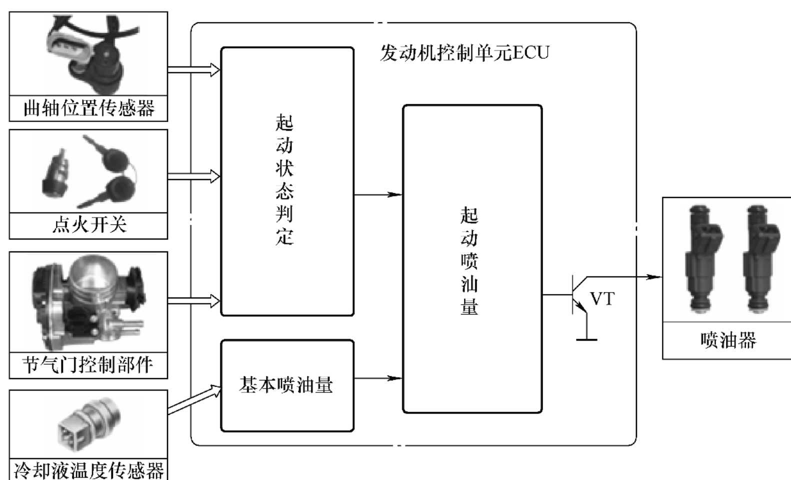


图 5-4　起动喷油量控制

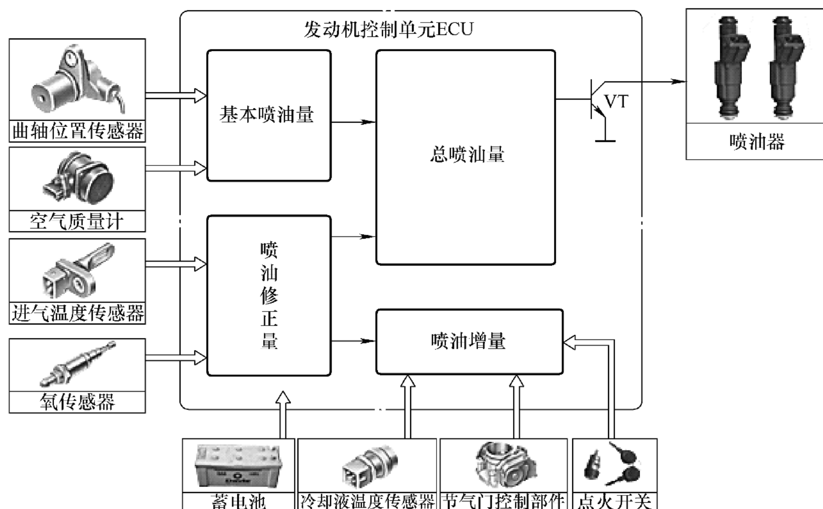


图 5-5　起动后的喷油量控制

（3）断油控制

① 减速断油。发动机在高速下运行急减速时，节气门完全关闭，ECU 停止喷油。当发动机转速降到某一预定转速之下或节气门重新打开时，喷油器重新喷油。

② 超速断油。发动机转速超过额定转速时，ECU 控制喷油器停止喷油。

 123. 喷油器的喷油正时如何控制？

学习提示：喷油正时即喷油器开始喷油的时刻，其分类如图 5-6 所示。

① 同步喷射指在既定的曲轴转角位置进行喷射，在发动机稳定工况的大部分运转时间里，喷油系统以同步方式工作。

② 异步喷射喷油器的开启时刻与曲轴转角无关，无规律性。它是在同步喷油的基础上临时的补偿性喷油。



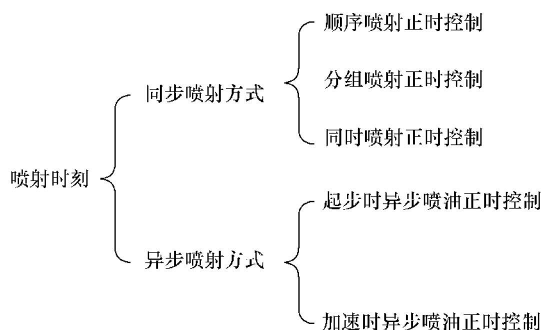


图 5-6　喷油正时控制分类

（1）同时喷射　各缸喷油器由 ECU 控制同时喷油和停油，如图 5-7 所示。

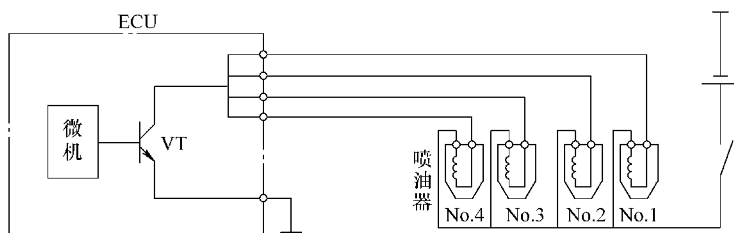


图 5-7　同时喷射控制电路图

（2）顺序喷射　顺序喷射也叫独立喷射，曲轴每转两转，各缸喷油器都轮流喷射一次，并且按照特定的顺序依次进行喷射，如图 5-8 所示。

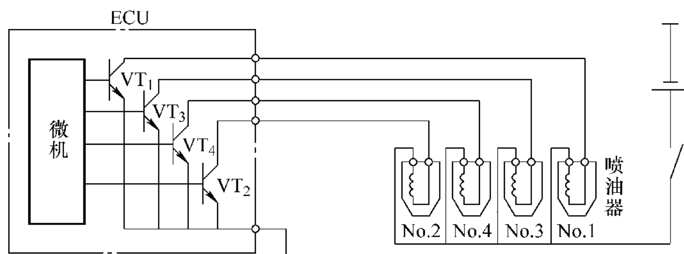


图 5-8　顺序喷射控制电路图

（3）分组喷射　分组喷射一般是把所有气缸的喷油器分成 2 ~ 4 组。4 缸发动机一般把喷油器分成 2 组，ECU 分组控制喷油器轮流交替喷射，如图 5-9 所示。

（4）异步喷射

1）起动喷油控制。在起动时，当起动信号 STA 处于接通状态时，ECU 根据 G（G1 或 G2）信号检测到第一个 Ne 信号开始，以一个固定喷油持续时间，同时向各缸增加一次喷油。

2）加速喷油控制。发动机从怠速工况向起步工况过渡时，ECU 在怠速触点信号从接通到断开后检测到第一个 Ne 信号时，增加一次固定喷油持续时间。

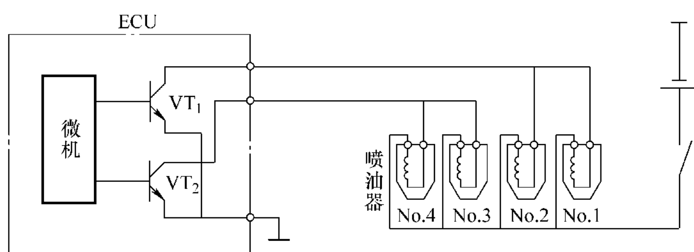


图5-9 分组喷射控制电路图



124. 电动燃油泵的功用及原理是什么？

（1）功用 电动燃油泵的功用是提供燃油喷射所需要的具有一定压力的燃油，它由直流电动机和燃油泵连成一体密封在同一壳体内。

> **学习提示**：按电动燃油泵的结构可分为涡轮式、滚柱式以及转子式，常见的类型有涡轮式和滚柱式两种。

（2）涡轮式电动燃油泵的结构和工作原理 如图5-10所示，涡轮式电动燃油泵主要由燃油泵电动机、涡轮泵、出油阀、卸压阀组成。

涡轮式电动燃油泵工作时叶轮旋转，叶轮边缘的叶片把燃油从入口压向出口。

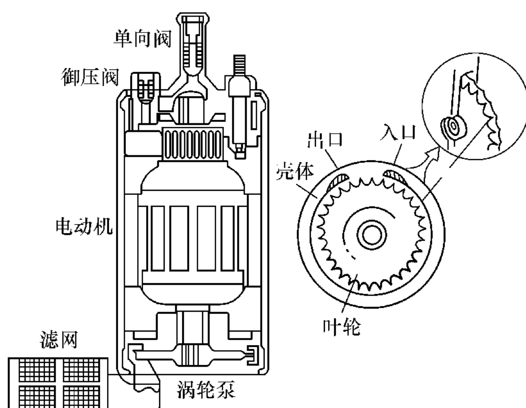


图5-10 涡轮式电动燃油泵结构和工作原理

（3）滚柱式电动燃油泵的结构和工作原理 滚柱式电动燃油泵主要由驱动电动机、滚珠泵、泄压阀、止回阀和阻尼减振器等组成，如图5-11所示。

滚柱式电动燃油泵工作时进油口容积增大，形成一定的真空，将经过过滤的汽油吸入泵内。而在出油口处，容积变小，压力升高，汽油穿过直流驱动电动机推开单向阀（止回阀）输出。

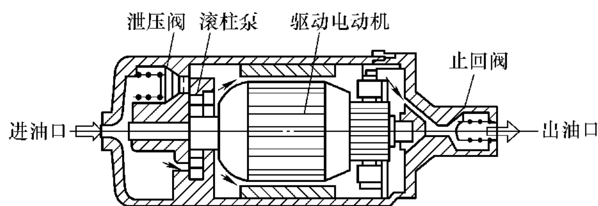


图5-11 滚柱式电动燃油泵的结构和工作原理



知识链接

① 电动燃油泵检测时，使用万用表电阻档测量燃油泵两端子之间的电阻应为 2 ~3Ω。

② 用蓄电池直接给燃油泵通电，应能听到油泵电动机高速旋转的声音，但通电时间不能过长。



125. 燃油泵的控制电路有哪几种?

1）D 型燃油喷射系统燃油泵控制电路如图 5-12 所示。

学习提示：

① 当点火开关置于“STA”位置时发动机起动，主继电器线圈得电后，其触点闭合，接通燃油泵继电器电源。随后燃油泵继电器内主线圈 L_1 得电，其触点也闭合，燃油泵开始工作。

② 发动机工作后，分电器内的转速传感器送出转速信号 Ne 到发动机电子控制器 ECU，使其内部的晶体管导通。这时燃油泵继电器内的线圈 L_2 经晶体管到搭铁构成电流回路。线圈 L_2 产生磁力将保持燃油泵继电器的触点可靠闭合，燃油泵继续工作。

③ 当发动机停止时，分电器送来的转速信号 Ne 消失，ECU 内的晶体管截止，线圈 L_2 失电，燃油泵继电器的触点断开，燃油泵停止工作。

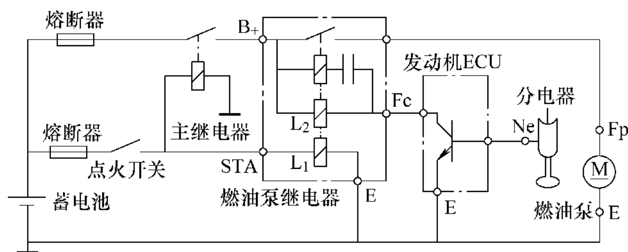


图 5-12　D 型燃油泵控制电路

2）L 型燃油喷射系统燃油泵（燃油泵开关）控制电路如图 5-13 所示。

学习提示：

① 当点火开关置于“STA”位置时发动机起动，主继电器的线圈得电，其触点闭合，接通燃油泵继电器工作的电源。随后燃油泵继电器的主线圈 L_1 得电，其触点也闭合，这时燃油泵开始工作。

② 发动机起动后，流量传感器在进气（空气）气流的驱动下，其叶片转动，使触点 K 闭合，接通燃油泵继电器线圈 L_2 的电路，L_2 产生的磁力将使燃油泵继电器的触点可靠地闭合。

③ 发动机停止工作时，由于进气气流的消失，进气流量传感器内的触点 K 断开，线圈 L_2 失电，使燃油泵继电器的触点也断开，燃油泵停止工作。

3）燃油泵转速的控制电路如图 5-14 所示。

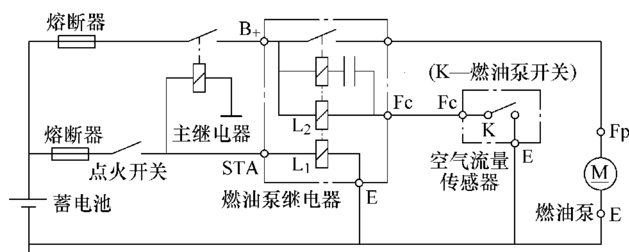


图 5-13 L 型燃油喷射系统燃油泵控制电路

学习提示：

① 当点火开关置于“STA”位置时发动机起动，燃油泵开关 K 闭合，燃油泵开始供油。

② 当发动机低转速小负荷工况时，ECU 根据检测到的发动机工况，使其内部的晶体管导通，接通燃油泵转速控制继电器线圈电路。继电器的触点 K_2 闭合，将降压电阻接入燃油泵电路中，使燃油泵低速运转，减少泵油量。

③ 在发动机高转速、大负荷工作的情况下，ECU 检测到发动机工况后，使其内部的晶体管截止，切断燃油泵转速控制继电器线圈的电路。燃油泵转速控制继电器的触点 K_2 断开、K_1 闭合，短接降压电阻，使燃油泵高速运转，增加泵油量。

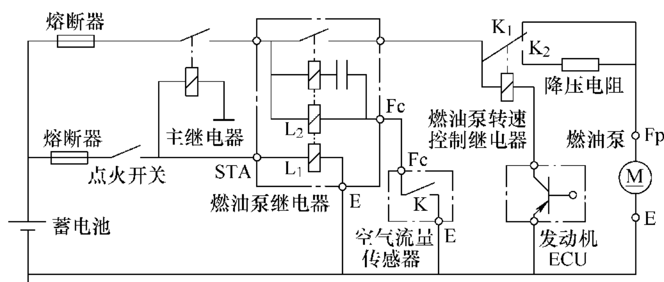


图 5-14 燃油泵转速的控制电路

4）专用燃油泵 ECU 的控制电路如图 5-15 所示。

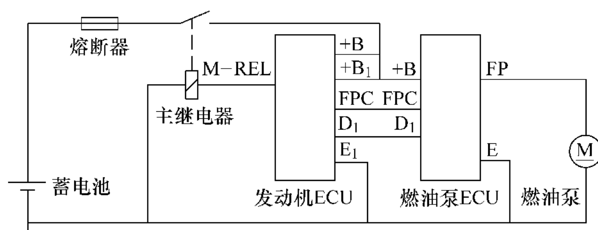


图 5-15 ECU 控制燃油泵转速控制电路



学习提示：

① 在发动机低转速小负荷的工况下，发动机 ECU 的 FPC 端向燃油泵 ECU 的 FPC 端送入一个低电平信号，使燃油泵 ECU 的 FPC 端输出一个较低的电压（8.5V 左右）给燃油泵，燃油泵低速运转，减小泵油量。

② 在发动机处于高转速大负荷的工况下，发动机 ECU 的 FPC 端向燃油泵 ECU 的 FPC 端送入一个较高的电平信号，使燃油泵高速运转增加泵油量。当发动机处于最低转速时，发动机 ECU 判断为要熄火停机状态，令燃油泵 ECU 停止燃油泵的工作。



126. 喷油器的结构和工作原理是怎样的？

（1）功用　喷油器的功用是根据 ECU 提供的信号，控制喷油时间或喷油量。

（2）结构和工作原理　如图 5-16 所示，喷油器主要由滤网、线束插头、电磁线圈、回位弹簧、衔铁和针阀等组成，针阀与衔铁制成一体。

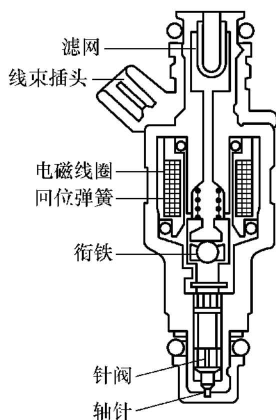


图 5-16　喷油器的结构

学习提示：当喷油器不喷油时，回位弹簧通过衔铁使针阀紧压在阀座上，防止滴油。当电磁线圈通电时，产生电磁吸力，将衔铁吸起并带动针阀离开阀座，同时回位弹簧被压缩，燃油经过针阀并由轴针与喷口的环隙或喷孔中喷出。当电磁线圈断电时，电磁吸力消失。回位弹簧迅速使针阀关闭，喷油器停止喷油。

知识链接

喷油器的驱动方式可分为电流驱动和电压驱动两种。电流驱动方式只适用于低阻值喷油器，电压驱动方式对高阻值喷油器和低阻值喷油器均可使用。

① 电流驱动方式如图 5-17 所示。

喷油器电流驱动方式是蓄电池通过点火开关和主继电器直接给喷油器和 ECU 供电，ECU 控制喷油器和主继电器线圈的搭铁回路。

在采用电流驱动方式的喷油器控制电路中，不需附加电阻器，低阻值喷油器直接与

蓄电池连接，通过 ECU 中的晶体管对流过喷油器线圈的电流进行控制。

② 电压驱动方式如图 5-18 所示。

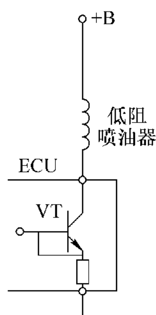


图 5-17　电流驱动

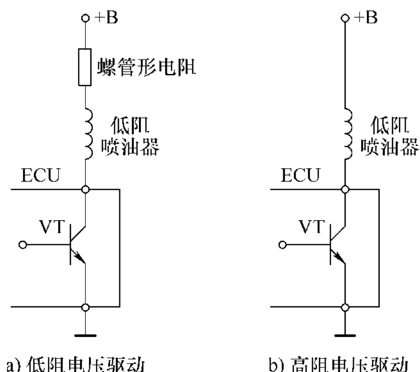


图 5-18　电压驱动方式

低阻喷油器采用电压驱动方式时，必须加入附加电阻器。因为低阻喷油器线圈的匝数较少，加入附加电阻器，可减小工作时流过线圈的电流，以防止线圈发热而损坏。



127. 如何检修喷油器及其控制电路？

（1）喷油器的检查

1）就车检查方法。在发动机工作时，用手触试或用听诊器检查喷油器针阀开闭时的振动或声响，如果感觉无振动或听不到声响，说明喷油器或其他电路有故障。

2）喷油器电阻检查。如图 5-19 所示，拆开喷油器线束插接器，用万用表测量喷油器两端子之间的电阻，低阻值喷油器应为 2～3Ω，高阻值喷油器应为13～16Ω，否则应更换该喷油器。

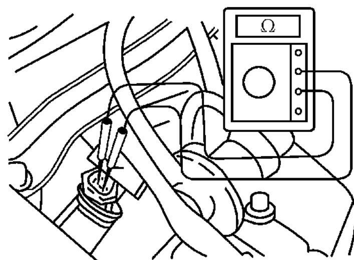


图 5-19　检查喷油器电阻

3）喷油器滴漏检查。喷油器滴漏可在专用设备上进行检查，也可将喷油器和输油总管拆下，再与燃油系统连接好，用专用导线将诊断座上的燃油泵测试端子跨接到 12V 电源上，然后打开点火开关，或直接用蓄电池给燃油泵通电，燃油泵工作后，观察喷油器有无滴漏现象。若检查时，在 1min 内喷油器滴油超过 1 滴，应更换该喷油器。

4）喷油器的喷油量检查。喷油器的喷油量可在专用设备上进行检查，也可直接给喷油器通电，并用量杯检查喷油器的喷油量。每个喷油器应重复检查 2～3 次，各缸喷油器的喷油量和均匀度应符合规定，否则应清洗或更换该喷油器。

维修注意：低阻值喷油器不能直接与蓄电池连接，必须串联一个 8～10Ω 的附加电阻器。此外，各车型喷油器的喷油量和均匀度规定不同，一般喷油器的喷油量为 50～70mL/15s，各缸喷油器的喷油量相差不超过 10%。



（2）喷油器控制电路的检查

1）检查电源

① 点火开关置于 OFF 位置，脱开喷油器插头。

② 点火开关置于 ON 位置，如图 5-20 所示，将电压表的负表笔搭铁，红表笔先后测量线束电插头的两个端子，其中的一个端子应有 12V 的电压。否则检查点火继电器以及点火继电器到蓄电池之间的线束连接情况。

2）检查 ECU 控制线路。自制一个串联有 330Ω 左右电阻的二极管试灯。在点火开关置于 OFF 位置的情况下拔下喷油器插头，如图 5-21 所示，将二极管试灯的正极与喷油器蓄电池正极相连，试灯的负极与喷油器控制信号线束插头相连。起动机，二极管试灯应闪烁，否则应检查喷油器到 ECU 之间的线路情况是否正常。

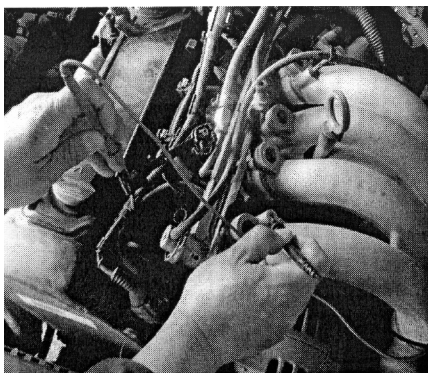


图 5-20　检查喷油器电源

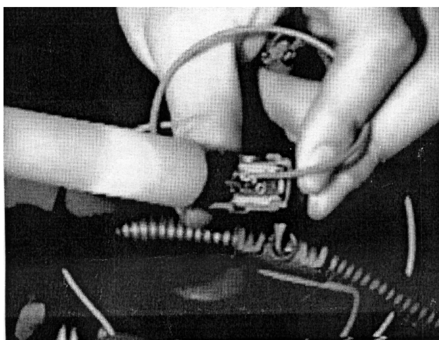


图 5-21　二极管试灯检测

学习提示：

① 如果所有缸喷油器插接器上的试灯都不亮，则检查与喷油控制相关的传感器输入信号（如曲轴和凸轮轴位置传感器）。

② 如果检查部分喷油器时试灯未闪亮，则在检查完该喷油器的控制端连接情况后，检查控制单元 ECU 中的功率晶体管。如果晶体管仍然良好，则说明 ECU 其他部位有故障，使用良好的 ECU 进行替换检查，必要时更换。



128. 如何测试喷油器的雾化情况？

1）将喷油分配管和喷油器一同拆下，用软管将燃油分配管的进口与汽油滤清器的出口可靠地连接起来，同时将另一根软管连接压力调节器的回油口与回油管。

2）点火开关置于 ON 位置，短接电动汽油泵使之运转建立起系统油压。

3）观察喷油器有无漏油，泄漏量每分钟不超过 1 滴，否则更换喷油器。

4）点火开关置于 OFF 位置，脱开喷油器的电插头。

5）将喷油器放置在一个较高的量筒上，给喷油器提供 12V 的电 15s（注意供电电流不应超过 1A）。观察喷油的雾化情况，同时测量并记录喷油容积。每个喷油器重复 2～3 次。

6）标准喷油容积和各喷油器之间的误差均应符合规定，否则应清洗或更换喷油器。如

果喷油量都大于或者都小于规定值，则要检查系统油压。

知识链接

运用喷油器清洗检测仪进行雾化性检测。

① 从配件盒中选择配套的分油器堵塞，然后涂抹少许润滑脂，将堵塞装入分油器。

② 装好月牙压板，拧紧压板螺钉。

③ 根据喷油器连接类型，选择合适的直排油接头安装于分油器下方对应的偶件处。

④ 依据喷油器的高度，选择合适的调节螺杆与滚花螺母安装于分油器支架上。然后将分油器及喷油器安装在分油器支架上，均匀紧固好两个滚花螺杆，如图5-22所示。

⑤ 插好喷油器脉冲信号线并接通电源。

⑥ 如果测试量杯中有检测液，按［排油］键将测试量杯中的检测液排净，如图5-23所示。然后在控制面板中选择均匀性/雾化性检测，设定相应的工况参数，按［运行］键即可。

⑦ 检测完毕，系统自动停止，并以蜂鸣器鸣叫提示。

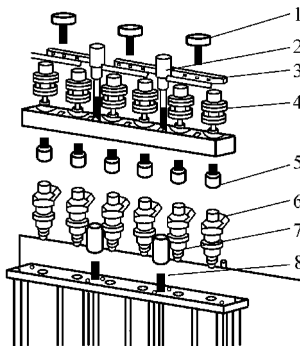


图5-22　喷油器安装示意图

1—压板螺钉　2—滚花螺杆　3—月牙压板
4—分油器堵塞　5—直排油接头　6—喷油器
7—滚花螺母　8—调节螺杆

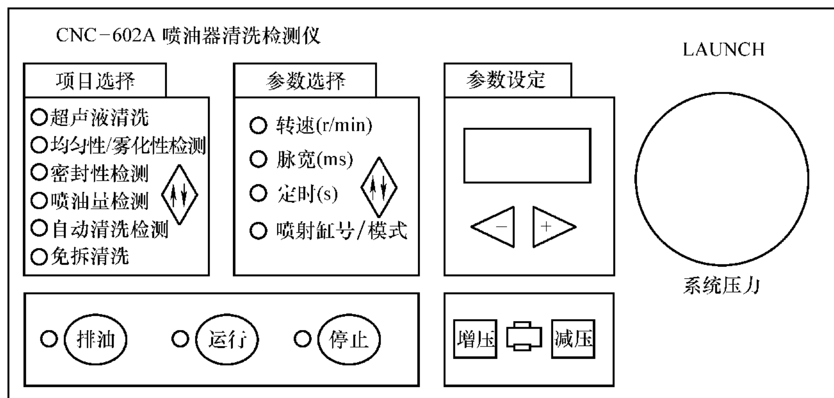


图5-23　CNC—602A喷油器清洗检测仪控制面板

 背景知识加油站2　进气电控系统

一、进气电控系统的进气量控制方式与特点

进气量控制方式有两种方法，一种是采用空气流量传感器直接测量空气的密度，称为空气密度法；另一种是采用空气压力传感器间接测量空气的密度，称为速度密度法。

1. 空气密度法的特点

① 直接测量进气量，精度高。



② 由于不同海拔对空气密度的影响，还需要一个大气压力传感器对进气量的参数进行修正。

③ 进气阻力较大，成本比较高。

2. 速度密度法的特点

① 利用空气密度和压力成正比的关系，通过测量压力间接换算出空气的密度，精度相对较低。

② 进气阻力小，成本较低。

二、进气电控系统怠速控制

1. 怠速控制的作用

根据发动机工作温度和负载，由发动机控制单元 ECU 自动控制怠速工况下的空气进气量，维持发动机以稳定怠速运转。

2. 怠速控制类型

怠速控制类型主要分为节气门直动式和旁通气道式两种，如图 5-24 所示。

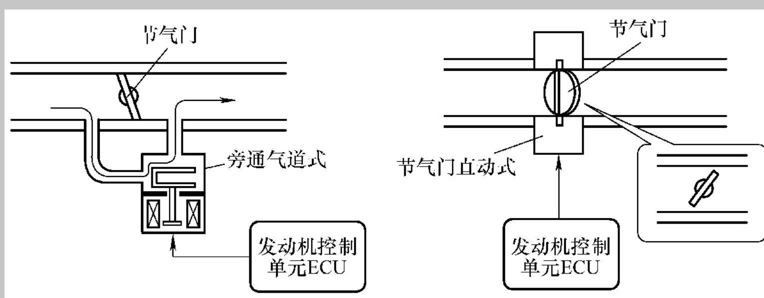


图 5-24　怠速控制类型

3. 怠速控制原理

ECU 根据节气门位置传感器、车速传感器输出的信号判断发动机是否处于怠速状态，然后根据发动机冷却液温度、空调开关、动力转向开关等传感信号，在 ECU 存储器中查出该工况下的目标转速（即能稳定运转的怠速转速），再与发动机转速传感器传来的实际转速进行比较，计算出转速差，最后通过怠速控制阀的动作（调节进气量）来提高或降低发动机的转速，使发动机稳定运转。



129. 进气系统由哪些部件组成？

进气系统由空气滤清器、空气流量传感器、进气压力传感器、节气门体、附加空气阀、怠速控制阀、谐振腔、动力腔、进气歧管等组成。进气路径如图 5-25 所示。



130. 进气歧管压力传感器功用和类型如何？

（1）功用　进气歧管压力传感器的功用是检测节气门后方的进气歧管的绝对压力，它根据发动机转速和负荷的大小检测出歧管内绝对压力的变化，然后转换成信号电压送至电子控制单元（ECU），ECU 依据此信号电压的大小，控制基本喷油量的大小。

（2）类型　进气压力传感器种类较多，有压敏电阻式、电容式等。由于压敏电阻式具

有响应时间快、检测精度高、尺寸小且安装灵活等优点，因而被广泛用于D型喷射系统中。



131. 空气流量传感器的功用和类型如何？

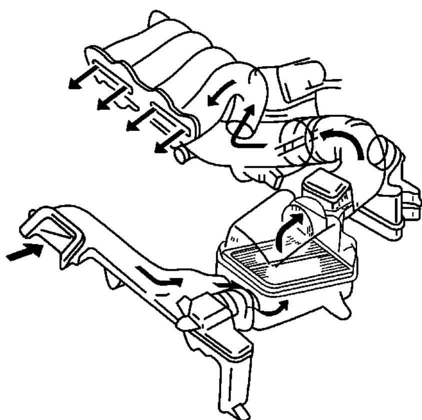


图5-25　进气路径

（1）功用　空气流量传感器（AFS）又称为空气流量传感器（AFM），是进气歧管质量型空气流量传感器（MAFS）的简称，其功用是检测发动机进气量大小，并将进气量信息变换成电信号输入ECU，以供ECU计算确定喷油时间和点火时间。进气量信号是ECU计算喷油时间和点火时间的主要依据。

（2）类型　根据检测进气量的方式不同，空气流量传感器分为D型（即压力型）和L型（即空气流量型）两种类型。

知识链接

① 装备D型传感器的系统称为D型燃油喷射系统，控制系统利用该绝对压力和发动机转速来计算吸入气缸的空气量，故又称为速度—密度型燃油喷射控制系统。而D型燃油喷射系统的测量精度不高，但控制系统的成本较低。

② 汽车采用的L型传感器分为体积流量型（如翼片式、量芯式、涡流式）传感器和质量型（如热丝式和热膜式）传感器，控制效果优于D型燃油喷射系统。国产捷达AT、GTX和桑塔纳2000GSi型轿车采用了热膜式空气流量传感器，安装在空气滤清器与进气软管之间。



132. 翼片式空气流量传感器的结构有什么特点？

翼片式空气流量传感器主要由检测部件、电位计、调整部件、接线插座和进气温度传感器五部分组成，结构如图5-26所示。

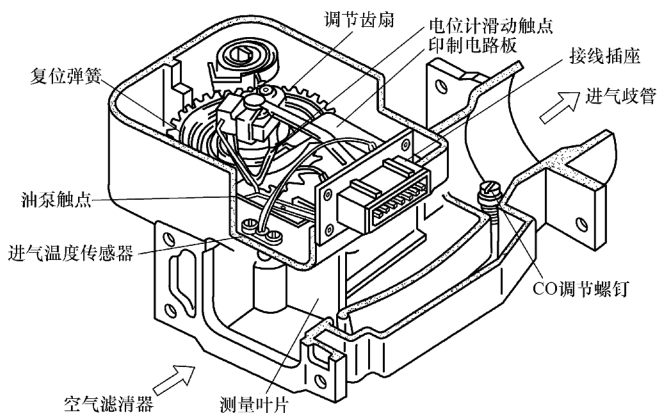


图5-26　翼片式空气流量传感器的结构示意图



1）检测部件的结构如图 5-27 所示。

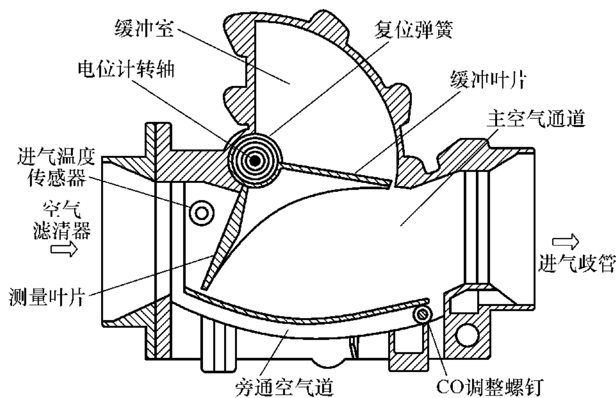


图 5-27　检测部件的结构示意图

2）电位计与调整部件的结构。电位计安装在传感器壳体上部，由带平衡配重的滑臂和印制电路板上的镀膜电阻组成。



133. 翼片式空气流量传感器如何监测空气流量？

当吸入发动机的空气流过传感器主进气道时，传感器翼片就会受到空气气流压力产生的推力力矩和复位弹簧弹力力矩的作用，工作原理如图 5-28 所示。

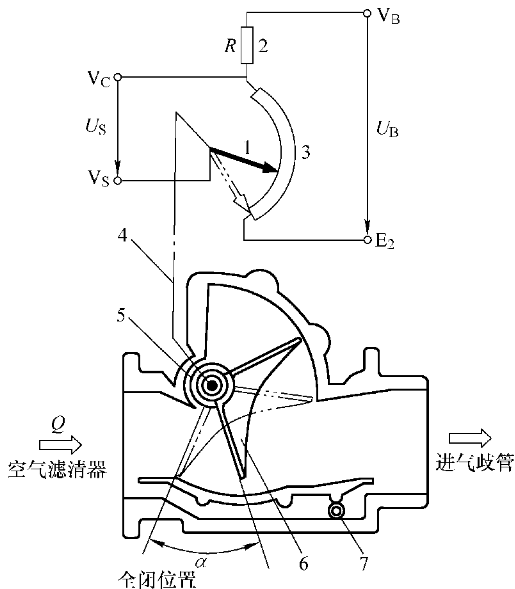


图 5-28　翼片式空气流量传感器的工作原理示意图
1—滑动触点臂　2—限流电阻　3—镀膜电阻　4—转轴　5—复位弹簧
6—翼片　7—CO 调整螺钉

当空气流量增大时，气流压力对翼片产生的推力力矩增大，推力力矩克服弹力力矩使翼

片偏转角度α增大，直到推力力矩与推力力矩平衡为止。进气量越大，翼片偏转角度α也就越大。因为翼片总成和电位计的滑臂均固定在转轴上，所以在翼片偏转的同时，滑臂也随之偏转。

学习提示：当空气流量增大时，气流压力对翼片产生的推力力矩增大，推力力矩克服弹力力矩使翼片偏转的角度α增大，端子“V_c”与“V_s”之间的电阻值减小，两端子之间输出的信号电压U_s降低。

当空气流量减小时，气流压力对翼片产生的推力力矩减小，推力力矩克服弹力力矩使翼片偏转的角度α减小，端子“V_c”与“V_s”之间的电阻值增大，两端子之间输出的信号电压U_s升高。



134. 如何检修翼片空气流量传感器？

丰田轿车翼片空气流量传感器控制电路如图5-29所示。

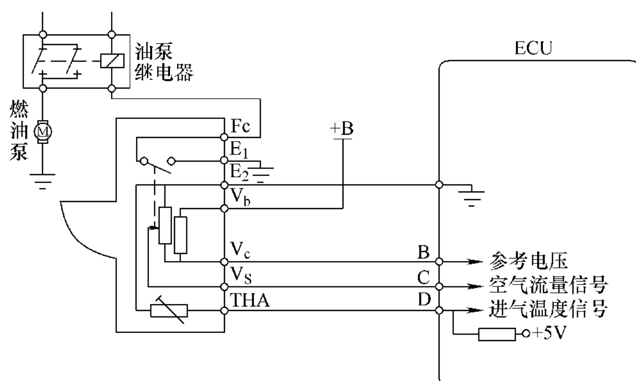


图5-29　翼片空气流量传感器控制电路

（1）检查外观　用手指拨动叶片，检查叶片的摆动是否平顺，叶片有无破裂、卡滞，转轴是否松动。

（2）电阻检查

1）检查电动燃油泵开关电阻。用万用表电阻档测量E_1与F_c端子之间的电阻值。叶片关闭时，电阻值为∞；叶片开启任一位置时为0，否则传感器损坏。

2）检查电位计电阻

① 静态电阻测量。首先断开点火开关，拔下传感器插接器插头，测量各端子之间的电阻。

② 动态电阻测量。首先断开点火开关，拔下传感器插接器插头，测量各端子之间电阻的同时，用螺钉旋具拨动叶片。测量滑动触点V_s与E_2端子之间的电阻值有无忽大忽小或间断的情况。

3）检查进气温度传感器电阻。用电吹风对空气流量传感器的进气温度传感器加热，并测量THA与E_2端子之间的电阻，电阻值应随温度升高而降低。



（3）检查电位计的输出信号电压

打开点火开关，用螺钉旋具拨动叶片，测量 V_s 与 E_2 端子之间电压，应有一定电压值，否则说明电位计的输出信号故障，应更换空气流量传感器。



135. 如何检测卡门涡流式空气流量传感器？

以丰田雷克萨斯车上的卡门涡流式空气流量传感器为例说明检测方法，其电路如图5-30所示。

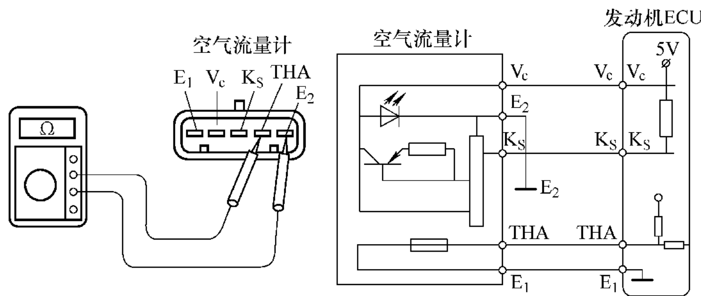


图 5-30　卡门涡流式空气流量传感器电路图

1）拔下空气流量传感器插头，用万用表测量流量计内进气温度传感器端子 THA 和 E_1 之间的电阻，见表 5-1。如果电阻值不符合规定，则应更换。

表 5-1　THA 和 E_1 之间的电阻值

条　　件	电　阻　值
0℃	约 4 ~ 7kΩ
20℃	约 2 ~ 3kΩ
60℃	约 0.4 ~ 0.7kΩ

2）打开点火开关，当发动机不起动时，测量端子 K_s 和 E_2 之间的电压，应约为 5V 左右；当发动机运转时，电压应为 2 ~ 4V（脉冲电压信号）。

学习提示： 进气量越大，电压越高。若输出电压正常，则应检查或更换 ECU。若不正常，则应检查流量传感器至 ECU 之间的线路是否正常。

3）关闭点火开关，拔下空气流量传感器插头，然后打开点火开关，使用万用表测量端子 V_c 和 E_2 之间的电压，应约为 5V 左右。若不正常，应检查或更换 ECU；若正常，则应更换流量计。



136. 热线式空气流量传感器的结构与工作原理是什么？

（1）结构　热线式空气流量传感器的结构如图 5-31 所示，它主要由空气流量铂热丝、进气温度进行修正的温度补偿电阻、控制热线电流的功率晶体管以及壳体等构成。

（2）工作原理　如图 5-32 所示，铂热丝和温度补偿电阻形成桥式电路，并且通过功率晶体管，使 A 和 B 两端之间的电压差保持相等来维持铂热丝的预定温度。

学习提示：当空气流量传感器工作时，空气以恒定流量流过时，电源电压使加热器保持在一定温度，此时热线式空气流量传感器内的电桥保持平衡，增加的电量即代表空气流量的输出电压信号。

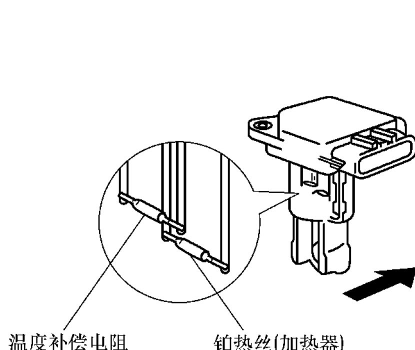


图5-31　热线式空气流量传感器的结构

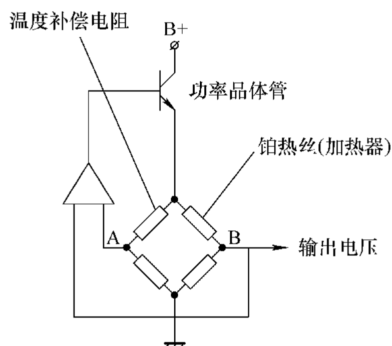


图5-32　热线式空气流量传感器工作原理

137. 如何检修热线式空气流量传感器？

丰田凯美瑞汽车发动机的热线式空气流量传感器电路如图5-33所示。

1）将点火开关转到ON位置，当发动机不起动，测量空气流量传感器3号端子+B与车身搭铁之间的电压应为12V。若无电压，则排除蓄电池至空气流量传感器3号端子之间断路或熔丝损坏故障。

2）测量空气流量传感器5号端子VG与4号端子E2G之间的信号电压值，在发动机不起动时应小于0.5V；发动机怠速时为1.0～1.3V；发动机转速达3000r/min时应为1.8～4.9V。若不符合要求，应更换空气流量传感器。

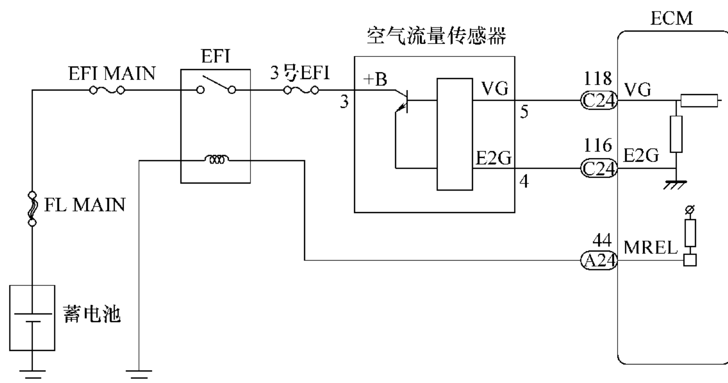


图5-33　热线式空气流量传感器电路

138. 如何检修热膜式空气流量传感器？

以桑塔纳AJR发动机的热膜式空气流量传感器为例说明检修方法，其电路如图5-34所示。



1）检查熔丝（30A）是否良好。

2）用发光二极管试灯连接流量计2号端子与搭铁之间的通电情况，当发动机起动时，检查试灯是否点亮。

3）若试灯不亮，应检查熔丝至空气流量传感器2号端子之间的线路是否良好，若正常，应检查燃油泵继电器。

4）若试灯亮，则检查空气流量传感器4号端子在点火开关打开时有无5V电压。若没有5V电压，则检查流量传感器至ECU之间的线路是否正常，必要时更换发动机ECU；若有5V电压，则更换空气流量传感器。

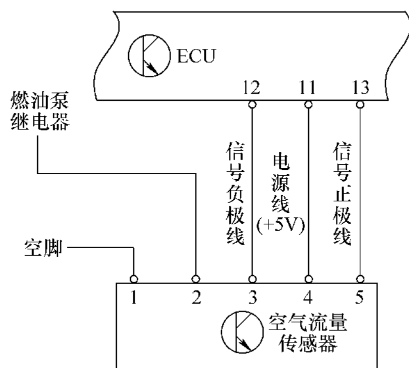


图5-34　热膜式空气流量传感器电路



139. 进气压力传感器的结构与工作原理是怎样的？

学习提示：进气压力传感器根据发动机的负荷状态测出进气歧管内绝对压力（真空度）的变化，并转换成电压信号，与转速信号一起输送到电控单元（ECU），作为确定喷油器基本喷油量的依据。目前主要有半导体压敏电阻式、真空膜盒传动式两种。

（1）半导体压敏电阻式的结构与工作原理　半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器由压力转换元件（硅膜片）和把转换元件输出信号进行放大的IC电路组成。其结构与工作原理如图5-35所示。

学习提示：压力转换元件是利用半导体的压阻效应制成的硅膜片。硅膜片的一侧是真空室，另一侧导入进气歧管压力，如图5-36所示。进气歧管内绝对压力越高，硅膜片的变形越大，其变形量与压力成正比，然后将进气歧管内压力的变化变换成电信号。

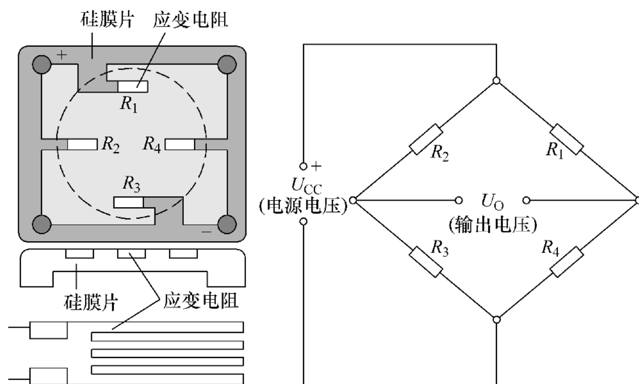


图5-35　半导体压敏电阻式传感器结构与工作原理

（2）真空膜盒传动式的结构与工作原理

真空膜盒传动式进气歧管绝对压力传感器主要由膜盒、铁心、感应线圈等组成。其结构如图5-37所示。

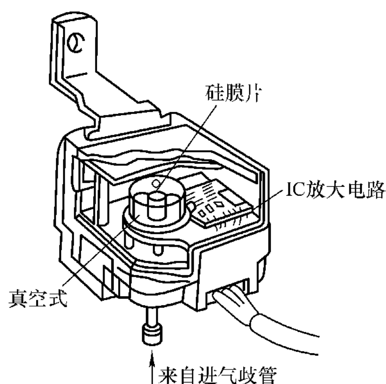


图 5-36　半导体压敏电阻式传感器工作过程

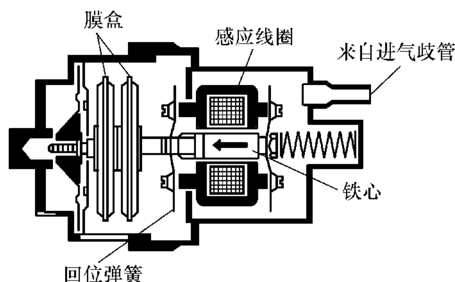


图 5-37　真空膜盒传动式传感器结构

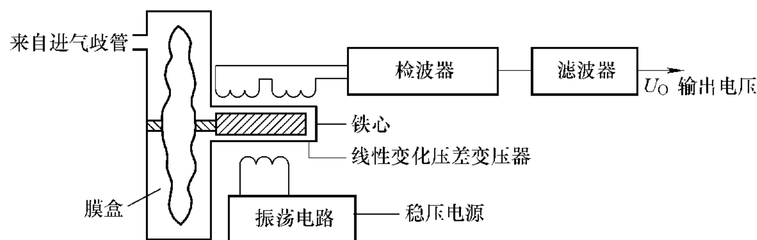


图 5-38　真空膜盒传动式传感器工作过程

学习提示：

膜盒是由薄金属片焊接而成的，其内部被抽成真空，外部与进气歧管相通。外部压力变化将使膜盒产生膨胀和收缩的变化。置于感应线圈内部的铁心和膜盒联动。感应线圈由两个绕组构成，其中一个与振荡电路相连，产生交流电压，在线圈周围产生磁场，另一个为感应绕组，产生信号电压。当进气歧管压力变化时，膜盒带动铁心在磁场中移动，使感应线圈产生的信号电压随之变化。该信号电压由电子电路检波、整形和放大后，作为传感器的输出信号送至ECU，如图5-38所示。



140. 如何检修进气压力传感器？

以上海通用轿车为例说明进气压力传感器的检测，其电路如图5-39所示。

（1）检查真空软管的连接情况　仔细检查传感器的真空软管与节气门体的连接情况，如是否连接不良或漏气等。

（2）传感器参考电压的检测

学习提示：进气歧管绝对压力传感器（MAP）一般为三线式，其中分别为5V电源线、搭铁线和信号线。

1）接通点火开关。

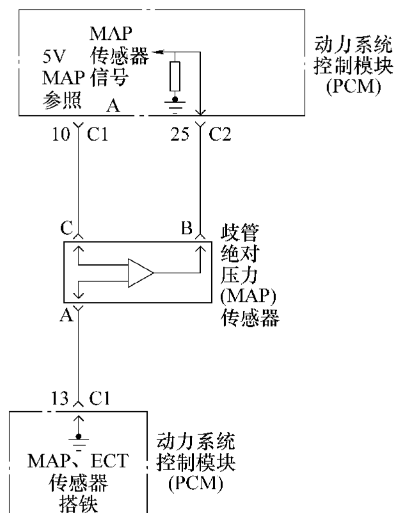


图 5-39　上海通用轿车MAP电路图



2）使用万用表测量端子 C 的电源电压，应约为 5V，否则说明电源线出现断路或短路，应将其排除。

3）起动发动机，当怠速运转时，端子 B 的信号电压应约为 1.25V；当节气门全开时略低于 5V；当全关闭时接近 0V，若与规定不符合则说明 MAP 传感器故障，应更换。



141. 节气门位置传感器功用与原理是怎样的？

（1）功用　节气门位置（TP）传感器安装在节气门体总成上，用来检测节气门的开度位置及大小，通过电路把这些信号传递给汽车上的 ECU，然后 ECU 通过 TP 信号判断燃油喷油量。

学习提示：TP 传感器分为接触式（怠速触点式）和非接触式两种，下面以应用最为广泛的非接触式为例说明工作原理。

（2）原理　在节气门关闭时，TP 传感器输出电压降低；节气门打开时，TP 传感器输出电压增加。ECU 根据 TP 传感器电压信号计算节气门开度，并控制发动机怠速。

学习提示：TP 传感器有两个传感器电路，如图 5-40 所示。它们分别发送 VTA1 和 VTA2 信号。VTA1 用来检测节气门开度，VTA2 用来检测 VTA1 的故障。传感器信号电压在 0～5V 之间变化，其变化幅度与节气门的开度成比例，信号将被发送到 ECU 的 VTA 端子。

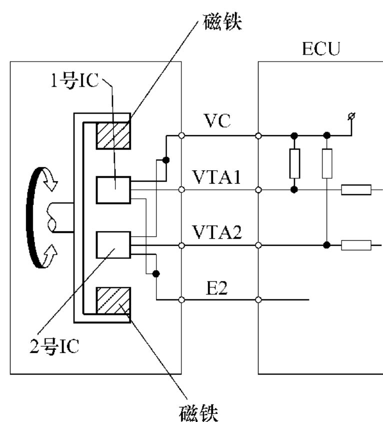


图 5-40　TP 传感器结构与原理



142. 如何检测节气门位置传感器？

以丰田卡罗拉发动机节气门位置传感器为例说明检测方法，其控制电路如图 5-41 所示。

（1）读取节气门位置传感器数据　连接故障诊断仪，接通点火开关，踩动加速踏板，并读取节气门位置传感器数据，VTA1 读数应该在 0.5～4.9V 之间连续变化；VTA2 读数应该在 2.1～5.0V 之间连续变化。如果不符合要求，则进行下一步检查。

（2）检查传感器线束及插接器　拆下传感器插接器及 ECU 插接器，用万用表分别测量

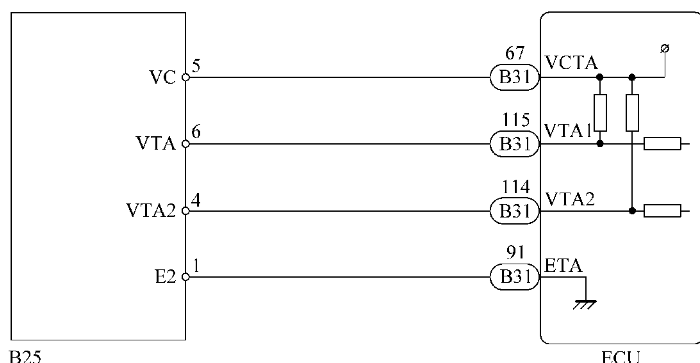


图5-41　节气门位置传感器控制电路

（B25 －5）—（B31 －67）、（B25 －6）—（B31 －115）、（B25 －4）—（B31 －114）、（B25 －3）—（B31 －91）之间线束有无断路或短路故障，必要时维修或更换线束。

（3）检查传感器的工作电压　连接ECU插接器，接通点火开关，用万用表测V_C（B25 －5）—E_2（B25 －3）之间的电压，应为4.5～5.5V，否则，检查ECU电源电路，如果ECU电源电路正常，则更换ECU。

（4）读取故障码　用故障诊断仪清除故障码，再次读取故障码，如果仍然出现节气门位置传感器的故障码则更换节气门体总成或ECU。

 143. 进气温度传感器的结构与工作原理是怎样的？

（1）结构　进气温度传感器主要由热敏电阻、绝缘套、防水插座等组成，如图5-42所示。

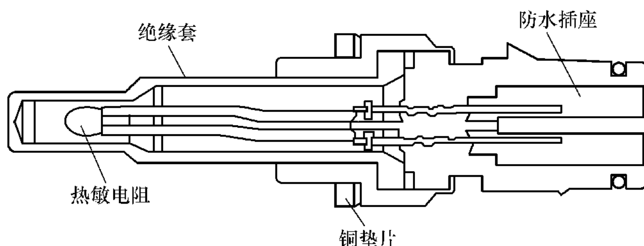


图5-42　进气温度传感器的结构

（2）工作原理　进气温度传感器是一个负温度系数热敏电阻，根据电阻变化而产生不同的信号电压。当温度升高时，电阻值减小；当温度降低时，电阻增大。

 144. 如何检修进气温度传感器？

以AJR型发动机进气温度传感器为例说明检修方法，其控制电路如图5-43所示。

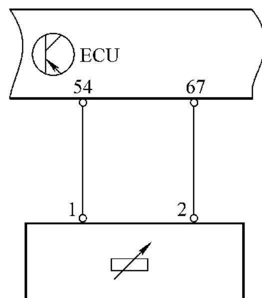


图5-43　进气温度传感器电路

（1）检测电阻

1）将点火开关置于OFF位置，拆下进气温度传感器导线插接器，如图5-44所示，用万用表电阻档测量进气温度传感器的电阻值。

2）将测得的电阻值与标准数值进行比较，如果与标准值不符，则应更换进气温度传感器。



（2）检测电压

1）检测电源电压。如图5-45所示，拆下进气温度传感器线束插头，打开点火开关，测量进气温度传感器的电源电压，应为5V左右。



图5-44　测量进气温度传感器的电阻值



图5-45　测量进气温度传感器的电压

2）测量输入信号电压。连接好线束插头，起动发动机，然后用万用表从线束插头侧测量进气温度传感器的输入信号电压，该电压值应在0.5～3.4V范围内。

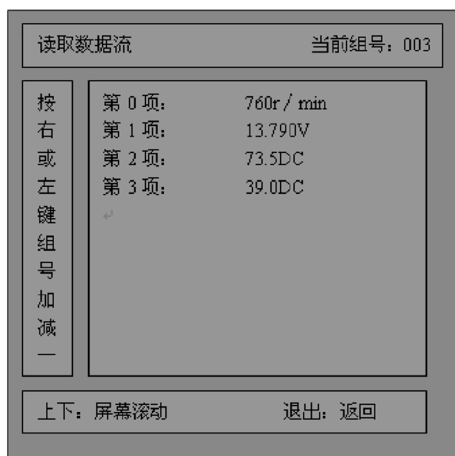
学习提示：若不在规定范围内，则应进一步检查进气温度传感器连接线路是否接触不良或存在断路、短路故障。

（3）检查进气温度传感器连接线束电阻　用数字式万用表测量传感器插头与ECU插接器对应端子间电阻。如果不导通或电阻值大于1Ω，说明传感器连接线路或插头接触不良，应更换或维修。

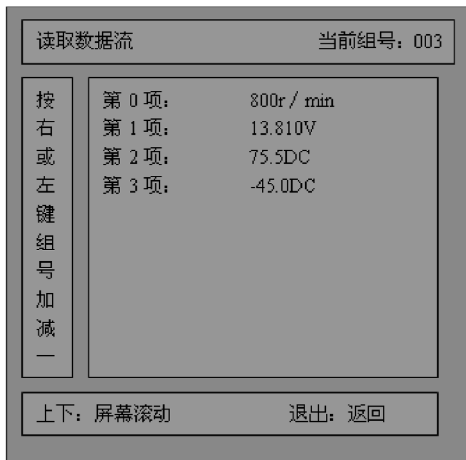
知识链接

运用VAG1551或VAG5051读取数据流

发动机怠速工况，进入08功能“读测量数据块”，选择03显示组检查进气温度传感器，如图5-46所示，如果显示数据不真实（显示区域4数据显示值），则应检查线路。当线路正常时，则更换进气温度传感器。



a）正常显示结果



b）不正常显示结果

图5-46　进气温度传感器数据流

 145. 如何检修怠速控制阀？

怠速控制阀主要分为步进电动机型、旋转电磁阀型、占空比型和开关型等几种，目前较多的是步进电动机型和旋转电磁阀型。

（1）步进电动机怠速控制阀检修　丰田轿车步进电动机怠速控制阀控制电路如图5-47所示。

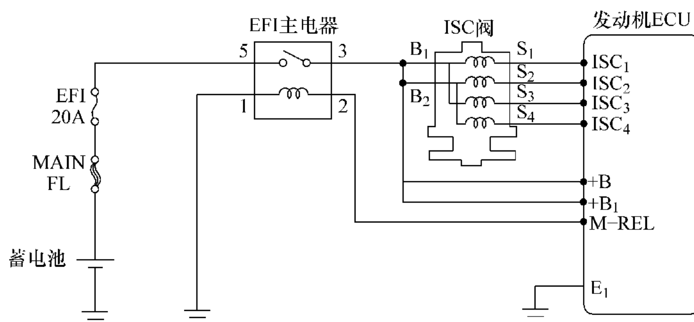


图5-47　丰田轿车步进电动机怠速控制阀控制电路

1）将点火开关置于ON的位置，然后检查ISC阀插接器端子B_1和B_2与搭铁之间的电压，应为蓄电池的电压，否则应检查EFI主继电器。

2）拆下ISC阀插接器，测量ISC阀各端子之间的电阻，应符合规定值（见表5-2），否则应予更换。

3）起动发动机再熄火时，2～3s内在怠速控制阀附近应能听到内部发出的“嗡嗡”响声，否则应更换怠速控制阀。

表5-2　ISC阀电阻

端子	电阻值/Ω
$B_1—S_1$	10～30
$B_1—S_3$	10～30
$B_2—S_2$	10～30
$B_2—S_4$	10～30

（2）旋转电磁阀型怠速控制阀检修

1）拆下控制阀线束插接器，点火开关置于ON位置，不起动发动机，在线束侧分别测量电源端子（+B）与搭铁间的电压，应为蓄电池电压，否则应检查主继电器。

2）拆下怠速控制阀上的三端子线束插接器，在控制阀侧分别测量中间端子（+B）与两侧端子（ISC_1和ISC_2）的电阻，应为18.8～22Ω，否则应更换怠速控制阀。

 背景知识加油站3　发动机电子控制系统

一、发动机电子控制系统类型

1. 闭环控制

闭环控制是指通过氧传感器来监控尾气中氧气的含量多少，让发动机ECU能够判断混合气中的氧气含量，从而确定当时的喷油量是需要增加还是减少。经过调整后，氧传感器继续监控氧气的含量多少，再次传给发动机ECU，重新调整喷油量，如此反反复复进行调节，形成了一个环形控制系统，也就是俗称的闭环控制。



2. 开环控制

开环控制是不受空燃比的控制，如暖机过程或节气门全开时，ECU不使用氧传感器的输入信息，所以发动机ECU感知空燃比命令是否能得到预想的运行工况。由于开环的这种弱点，当发动机正常后，发动机ECU转入闭环运行模式。

二、发动机电子控制原理

以大众新迈腾为例，如图5-3所示，发动机电子控制单元ECU采集和处理各种传感器的输入信号，根据发动机工作的要求（喷油脉宽、点火提前角等），进行控制决策的运算，并输出相应的控制信号控制执行器工作。发动机电子控制系统除了控制喷油外，还控制点火、EGR、怠速和增压发动机的废气阀等。



146. 怎样使用故障检测仪读取故障码？

1）正确选择诊断仪器和诊断连接插头。

2）连接好检测电脑和汽车诊断接口。

3）进行仪器方法操作："开机→选择所测的车系→选择所测车款→选择所测系统→读取故障码"。如图5-48所示，根据界面显示进行操作。

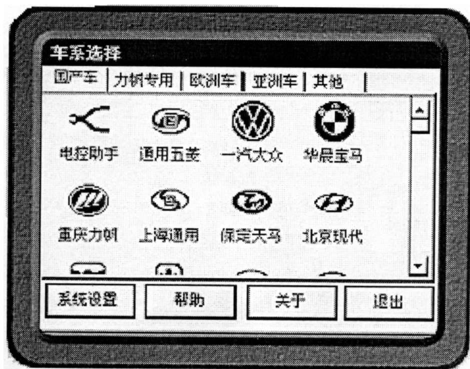


图5-48 V－30故障检测仪显示



147. 发动机故障码的清除方法有哪些？

1）利用故障诊断仪的清除故障码功能清除。

2）断开发动机电脑控制系统的电源线或熔丝即可清除。

3）断开蓄电池负极即可清除。

维修注意：断开电源或熔丝可能导致汽车设置的参数丢失或音响锁止，此方法一般不予采用。



148. 如何运用故障诊断仪排除疑难故障？

疑难故障是指发动机在使用过程中，用故障诊断仪诊断时，无故障码显示，或者是有故障码，但不是真正的故障原因，而更换故障码所指示的相应部件，故障仍然存在的故障。

对于这类故障必须借助故障诊断仪读取数据流，然后利用发动机的基本工作原理和电控喷射方面的原理，从油路、电路、气路进行科学地综合分析，寻找与故障有关联的因素。



149. 如何运用数据流监控发动机故障？

通过汽车故障诊断仪可以将汽车运行中各种传感器和执行器元件输入、输出信号的瞬时

数值以数据表的方式显示在显示屏上，根据屏幕上的指示检查诊断监控测试结果。

学习提示：例如，在动态测试中，一般随节气门开度的增大电压值有所升高，如果电压值不变说明发电机有故障，应进行检修。

知识链接

下面是丰田轿车数据流监控发动机的操作过程：

① 使发动机暖机。

② 将点火开关转到OFF位置。

③ 将智能测试仪连接到DLC3上。

④ 将点火开关转到ON位置，打开测试仪。

⑤ 选择以下菜单项目：Powertrain（传动系）/Engine and ECT（发动机和ECT）/Data List（数据表）。



150. 常见的数据流分析方法有哪些？

常见的数据流分析方法有数值分析法、时间分析法、因果分析法、比较分析法和关联分析法五种。



151. 如何运用因果分析法？

因果分析法的依据是在各个系统的控制中，许多参数是有因果关系的。如电脑得到一个输入，一定要根据此输入给出一个输出，在认为某个过程有问题时可以将这些参数连贯起来观察，以判断故障出现在部位。

知识链接

在自动空调系统中，当按下空调选择开关后，该开关并不是直接接通空调压缩机离合器，而是将该开关信号作为空调请求（或空调选择）信号被发送给发动机控制单元。发动机控制单元接收到此信号后，检查是否满足设定的条件，若满足，就会向压缩机继电器发出控制指令，接通继电器，使压缩机工作；当空调不工作时，可观察在按下空调开关后，空调请求（选择）、空调允许、空调继电器等参数的状态变化来判断故障。



152. 如何运用比较分析法？

比较分析法是对相同车型及系统在相同条件下的相同数据组进行分析。在很多时候，没有足够的详细技术资料和详尽的标准数据，无法正确地断定某个器件好坏。此时可与同类车型或同类系统的数据加以比较。



153. 如何运用增减模拟法？

汽车电控系统的某些故障是由于电气负载导致的故障，此时必须使其产生与故障相似的负载条件下才能使原发生故障再现，主要用增减模拟法进行。



学习提示：

（1）增加法　对电路中由于负载过大而引起的故障，可以采用接通用电设备（如鼓风机、空调、冷却风扇、前照灯等）来增加负载，以确认是否发生故障，以便进行故障判断。

（2）减少法　对于某一局部电路短路而引起负载过大烧断熔丝时，可采用减少法来进行模拟诊断。其方法是将一部分电路断开，然后用万用表测量电阻、电压或电流值的变化来诊断出故障部位，当断开某一电路后，总电流立即降为正常值，则说明故障在该电路中，对其重点查找。



154. 如何运用输入模拟法？

维修中，若怀疑某一电路中某些元器件有故障时，可用输入模拟法来诊断。此方法是将电路中的电阻、电压、电流参数值输入到相关的元器件，进行模拟验证。

学习提示：

（1）电阻法　用电阻元件代替某些被怀疑损坏的电阻式传感器进行模拟验证的方法叫电阻法。例如：冷却液温度传感器有故障时，可用一只与冷却液温度传感器阻值相似的电阻，串联在冷却液温度传感器的插接器上，进行模拟验证是否损坏。

（2）电压法　用外接电压来替代某些被怀疑有故障的电磁阀或电动元件进行检查故障的方法叫电压法，它可诊断电磁阀或电动元件的好坏。但加的电压与其工作元件的电压要相同，否则将损坏其零件。

（3）电流法　就是用万用表，给怀疑有故障的电阻或元件施加电流，即模拟电子元件的工作状态去诊断故障。



155. 如何利用“静态数据流”分析故障？

静态数据流是指接通点火开关，不起动发动机时，利用故障诊断仪读取的发动机电控系统的数据。

知识链接

用故障诊断仪检测发动机 ECU，无故障码输出时应通过读取该车发动机静态数据流来分析故障。如发动机 ECU 输出的冷却液温度为 105℃，而此时发动机的实际温度只有 20～30℃，故发动机 ECU 所收到的冷却液温度信号是错误的，说明冷却液温度传感器或线路出现故障。



156. 如何利用动态数据流分析故障？

动态数据流是指接通点火开关，起动发动机时，利用诊断仪读取发动机电控系统的数据。

知识链接

动态数据流随发动机工况的变化而不断变化，如进气压力传感器的动态数据随节气门开度的变化而变化，氧传感器的信号应在 0.1～0.9V 之间不断变化等。通过阅读控制单元动态数据，能够了解各传感器输送到 ECU 的信号值，通过与真实值的比较，能快速找出确切的故障部位。



157. 如何运用喷油脉宽信号分析发动机故障？

喷油脉宽是发动机控制喷油器喷油的时间信号，同时也是判断喷油器是否正常工作的主要参数，如图 5-49 所示。

学习提示：如果喷油脉宽显示的数值越大，表示喷油器每次打开喷油器的时间越长，发动机将获得较浓的混合气；该参数显示的数值越小，表示喷油器每次打开喷油器的时间越短，发动机将获得较稀的混合气，同时喷油脉宽会随发动机的工况变化而变化。

汽车热车怠速运行时，正常的喷油器怠速喷油脉宽一般是 0.8～2.5ms。如果怠速时喷油脉宽达 2.9～5.5ms，一般是喷油器被堵塞的结果。

数据流　10/61

√	喷油持续时间-CYL1	1.6	ms
	喷油持续时间-CYL2	1.5	ms
	喷油持续时间-CYL3	1.7	ms
	喷油持续时间-CYL4	1.6	ms

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

图 5-49　喷油脉宽



158. 如何运用点火控制信号？

如图 5-50 所示，点火控制信号是一个状态参数，其显示内容为“YES”或“NO”。

学习提示：正常情况下，点火正时由点火电子组件控制，发动机 ECU 不进行点火提前角控制，此时该参数显示为“NO”；发动机正常起动后，该参数显示为“YES”。若发动机正常起动后依然显示为“NO”说明传感器故障或相关线路异常，应进一步进行检修。



159. 如何分析炭罐指令？

炭罐指令是一个状态参数，显示内容为 ON 或 OFF。它表示 ECU 输出至活性炭罐电磁



阀的控制信号。图 5-51 所示为活性炭罐的工作状态。

数据流		10/61
√	发动机转速	750r/min
	燃油泵继电器	ON
	主继电器	ON
	燃油切断状态	OFF
√	点火控制状态	YES

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

图 5-50　点火控制信号

数据流		10/61
√	活性碳罐净化状态	ON
	燃油泵继电器	ON
	主继电器	ON
	燃油切断状态	OFF

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

图 5-51　活性炭罐的工作状态

学习提示：ECU 在冷车或怠速运转时让电磁阀关闭，切断发动机进气歧管至活性炭罐的真空通路，停止活性炭罐的净化回收工作，此时该参数显示为 OFF。发动机在热车并以高于怠速转速运转时，ECU 让电磁阀打开，导通炭罐至发动机进气歧管的真空通路，此时该参数显示为 ON。如果在数值分析时发现该参数显示规律有异常，说明 ECU 或某些传感器有故障。

160. 如何分析进气怠速控制参数？

进气怠速控制参数是一个数值参数，它表示 ECU 所控制的发动机节气门体上的怠速控制阀的开度。

知识链接

在检测时，根据不同的车型，该参数有采用百分数（%）为比值及不采用百分数两种情况，其数值范围有 0～100%、0～15 和 0～255 三种。数值小，表示怠速控制阀的开度小，经怠速控制阀进入发动机的进气量较小；数值大，表示怠速控制阀开度大，经怠速控制阀进入发动机的进气量多。在数值分析时，通过观察该参数可以监测到微机对怠速控制阀的控制情况，以供判断发动机怠速故障或其他故障时参考。

161. 发动机转速与曲轴位置传感器的功用有哪些？

曲轴位置传感器也称曲轴转角传感器，是计算机控制的点火系统中最重要的传感器，其作用是检测上止点信号、曲轴转角信号和发动机转速信号，并将其输入计算机，从而使计算机能按气缸的点火顺序发出最佳点火时刻指令。

162. 如何检测凸轮轴位置传感器？

学习提示：凸轮轴位置传感器又称为判缸传感器，主要是采集配气机构凸轮轴的位置信号并输入电控单元，以便电控单元识别 1 缸压缩上止点位置，从而精确计算顺序喷油控制、点火正时控制和燃烧爆燃控制。

以桑塔纳3000型轿车的凸轮轴位置传感器为例，如图5-52所示。

（1）凸轮轴位置传感器连接电路　如图5-53所示，接线插座上有三个引线端子，端子1为传感器电源正极端子，与电控单元端子62连接；端子2为传感器信号输出端子，与电控单元端子76连接，端子3为传感器电源负极端子，与电控单元端子67连接。

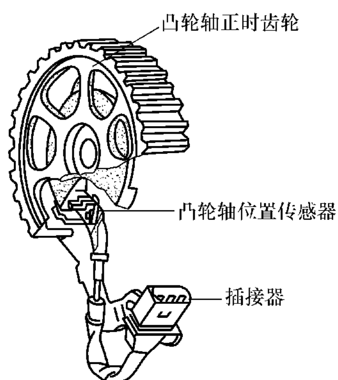


图5-52　凸轮轴位置传感器结构示意图

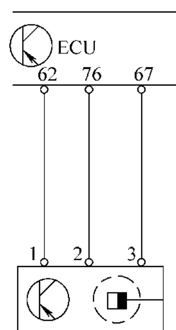


图5-53　凸轮轴位置传感器连接电路图

（2）检测

1）利用发光二极管测试。如图5-54所示，拔下凸轮轴位置传感器连接插头，然后在插头背面端子1和2连接一个发光二极管，起动发动机数秒，当发动机每转2圈发光二极管闪亮一次，否则应检查传感器连接线路的电压和导线情况。

2）检测传感器信号电压。拔下传感器插头，打开点火开关，如图5-54所示，使用红表笔接插头端子1，黑表笔接插头端子3（量程为20V电压档），标准值应为约5V。如果测量值符合标准，应检修或更换凸轮轴位置传感器；如果测量值不符合标准，应检查凸轮轴位置传感器与控制单元的线路是否有断路或短路。



图5-54　测试插头端子1和3的信号电压

3）检测传感器电源电压。拔下传感器插头，打开点火开关，如图5-55所示，使用红表笔接插头端子2，黑表笔接插头端子3，标准值应约为蓄电池电压。如果测量值符合标准，应更换凸轮轴位置传感器；如果测量值不符合标准，应检查凸轮轴位置传感器与控制单元的线路是否有断路或短路。



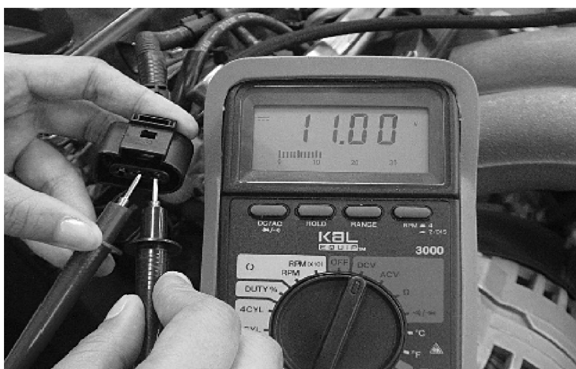


图 5-55　测试插头端子 2 和 3 的电压



163. 如何检修曲轴位置传感器?

学习提示：曲轴位置传感器安装在曲轴箱内靠近离合器一侧的缸体上，结构及安装部位如图 5-56 所示，主要由信号发生器和信号转子组成。

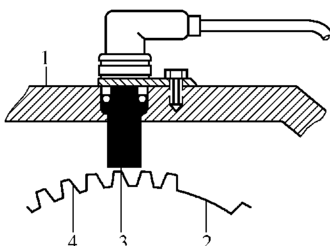


图 5-56　曲轴位置传感器结构示意图

1—缸体　2—大齿缺（基准标记）　3—传感器磁头　4—信号转子

（1）检查电源电压　如图 5-57 所示，拔下传感器插接器插头，然后打开点火开关，检查插头上电源端子与搭铁之间的电压，应为 12V 或 8V（因车型而异）。

若无电压，则应检查传感器至 ECU 之间的线路及 ECU 上相应端子的电压。若 ECU 相应端子有电压，则为传感器至 ECU 之间线路断路；否则为 ECU 内部故障。

（2）检测输出信号电压　如图 5-58 所示，插回传感器插接器插头，起动发动机，测量

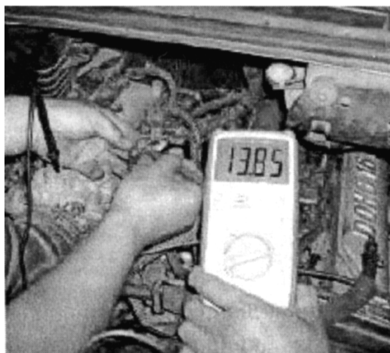


图 5-57　检查电源电压

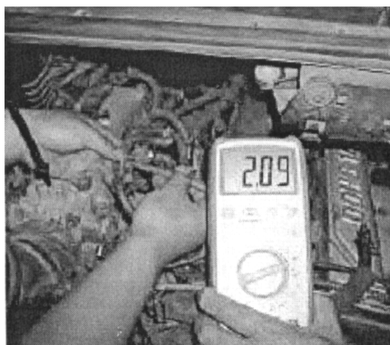


图 5-58　检查信号电压

传感器输出信号电压，应为 2～6V。若无信号电压，则为传感器故障。

（3）检测输出电压波形　用示波器检查传感器输出电压的波形，再与标准波形进行比较判断。



164. 如何检修车速传感器？

学习提示：车速传感器用以测量汽车行驶速度，主要用于发动机怠速和汽车加减速时的空燃比控制。

（1）检查传感器工作电压　使用万用表检查传感器两接线端电压应为 5V 或 12V。

（2）输出信号检查　顶起驱动轮，起动发动机，挂上行驶档位，测量传感器输出信号应随车速的提高而上升，否则应更换传感器。

（3）检测输出信号波形　用示波器检查传感器输出信号的波形并与标准波形进行比较判断。



165. 空调开关信号有哪些作用？

空调开关信号的主要作用是检测空调压缩机是否工作，并且控制空调压缩机电磁离合器的电源通断。ECU 根据空调开关信号控制发动机怠速时的转速。当接通空调开关时，发动机怠速相应提高，否则说明空调信号存在故障。空调开关信号如图 5-59 所示。

数据流　10/22

	燃油泵继电器	ON
	发动机怠速	750r/min
√	空调开关	ON

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

图 5-59　空调开关信号



166. 如何检测发动机冷却液温度传感器？

（1）检测冷却液温度传感器的电阻

1）就车检查。将点火开关置于 OFF 位置，拆卸冷却液温度传感器插接器插头，用万用表欧姆档测试传感器两端子（丰田皇冠 3.0）间的电阻值。其电阻值与温度的高低成反比，在热态时应小于 1kΩ。

2）车下检查。拔下冷却液温度传感器导线插接器插头，然后从发动机上拆下传感器。如图 5-60 所示，将该传感器置于烧杯内的水中，加热杯中的水，同时用万用表欧姆档测量在不同水温条件下冷却液温度传感器两接线端子间的电阻值。将测得的值与标准值相比较。如果不符合标准，则应更换冷却液温度传感器。



（2）检测冷却液温度传感器输出信号的电压　装好冷却液温度传感器，将此传感器的导线插接器插好，当点火开关置于 ON 位置时，如图 5-61 所示，从冷却液温度传感器导线插接器“THW”端子（丰田车）或从 ECU 插接器“THW”端子与 E_2 间测试传感器输出电压信号，当在 80℃时应为 0. 25 ~1. 0V。

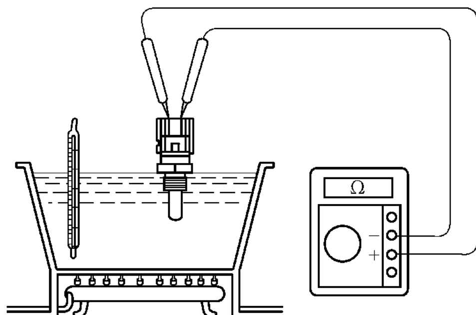


图 5-60　测量冷却液温度传感器电阻

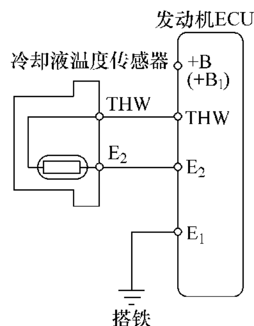


图 5-61　丰田车冷却液温度传感器电路



167. 氧传感器有哪些结构特点？

学习提示：目前使用的氧传感器有氧化锆式和氧化钛式两种，其中应用最多的是氧化锆式氧传感器。

（1）氧化锆式结构特点　氧化锆式氧传感器的基本元件是氧化锆陶瓷管（固体电解质），亦称锆管，如图 5-62 所示。

学习提示：锆管固定在带有安装螺纹的固定套中，内外表面均覆盖着一层多孔性的铅膜，其内表面与大气接触，外表面与废气接触。氧传感器的接线端有一个金属护套，其上开有一个用于锆管内腔与大气相通的孔；电线将锆管内表面铂极经绝缘套从此接线端引出。

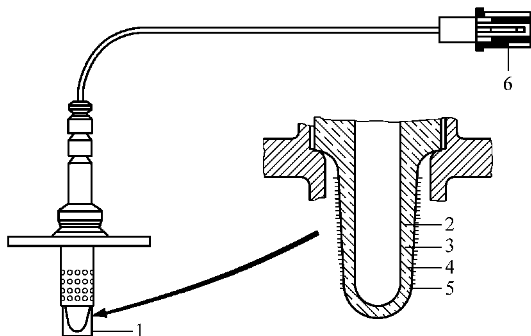


图 5-62　氧化锆式结构示意图

1—保护套管　2—内表面铂电极层　3—氧化锆陶瓷体

4—外表面铂电极层　5—多孔氧化铝保护层　6—线束插头

（2）氧化钛式结构特点　氧化钛式氧传感器是利用二氧化钛材料的电阻值随排气中氧含量的变化而变化的特性制成的，故又称电阻型氧传感器。二氧化钛式氧传感器的外形和氧化锆式氧传感器相似，在传感器前端的护罩内是一个二氧化钛厚膜元件，如图5-63所示。

学习提示：由于二氧化钛的电阻随温度不同而变化，因此，在二氧化钛式氧传感器内部也有一个电加热器，以保持氧化钛式氧传感器在发动机工作过程中的温度恒定不变。

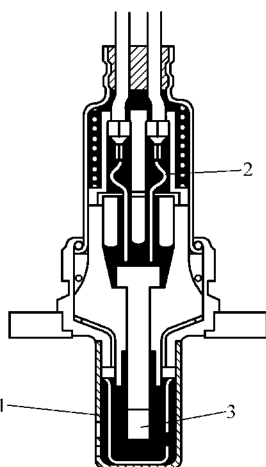


图5-63　氧化钛式结构示意图
1—保护套管　2—连接线
3—二氧化钛厚膜元件

 168. 怎样通过氧传感器外观颜色判断故障？

学习提示：从排气管上拆下氧传感器，检查传感器外壳上的通气孔有无堵塞，陶瓷芯有无破损。如有破损，则应更换氧传感器。如图5-64所示，通过观察氧传感器顶尖部位的颜色判断其故障。

1）顶尖淡灰色说明氧传感器正常。

2）顶尖白色说明是被硅污染造成的，必须更换氧传感器。

3）顶尖棕色说明是被铅污染造成的而且严重，必须更换氧传感器。

4）顶尖黑色是由积炭造成的，一般可以自动清除氧传感器上的积炭，说明氧传感器已经损坏，应更换。

 169. 如何检修氧传感器？

氧传感器的基本电路如图5-65所示。

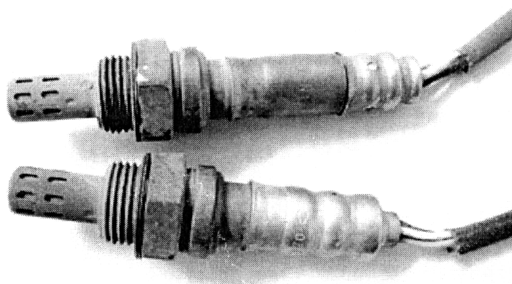


图5-64　氧传感器实物

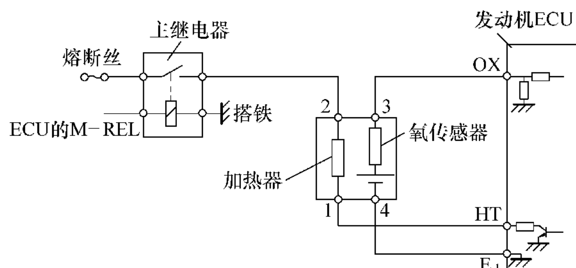


图5-65　氧传感器电路



（1）氧传感器加热器电阻的检修　将点火开关置于 OFF 位置，拔下氧传感器线束插头，如图 5-66 所示，测量氧传感器接线端中加热器端子 1 和 2 间的电阻，其电阻值应符合标准值（一般为 4 ~40Ω）。如不符合标准，应更换氧传感器。测量后，接好氧传感器线束插接器，以便作进一步的检测。

（2）氧传感器反馈电压的检测　测量氧传感器反馈电压时，应先拔下氧传感器线束插接器插头，对照被测车型的电路图，从氧传感器反馈电压输出端引出一条细导线，然后插好插接器，在发动机运转时从引出线上测量反馈电压，如图 5-67 所示。

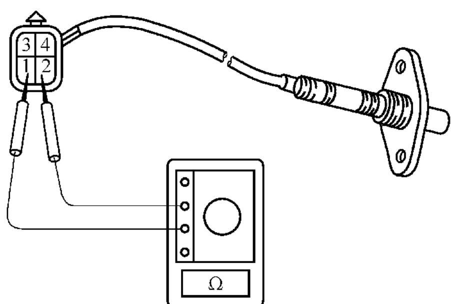


图 5-66　四线式氧传感器

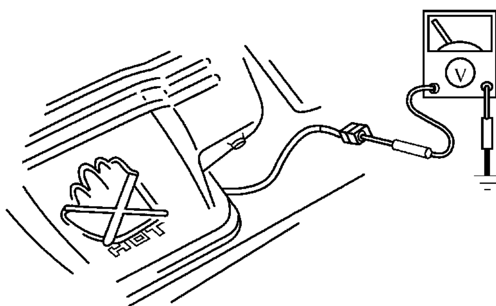


图 5-67　测量反馈电压

有些车型也可以从故障诊断插座内测得氧传感器的反馈电压，如丰田汽车公司生产的小轿车，可从故障诊断插座内的 OX1 或 OX2 插孔内直接测得氧传感器反馈电压。用指针式电压表可直观地反映电压的变化情况，检测流程如图 5-68 所示。

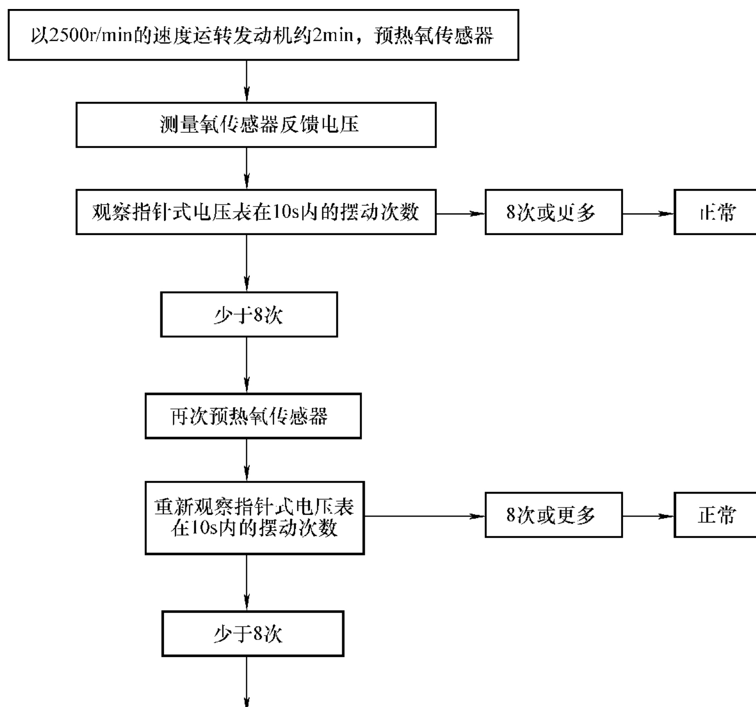


图 5-68　氧传感器检测流程

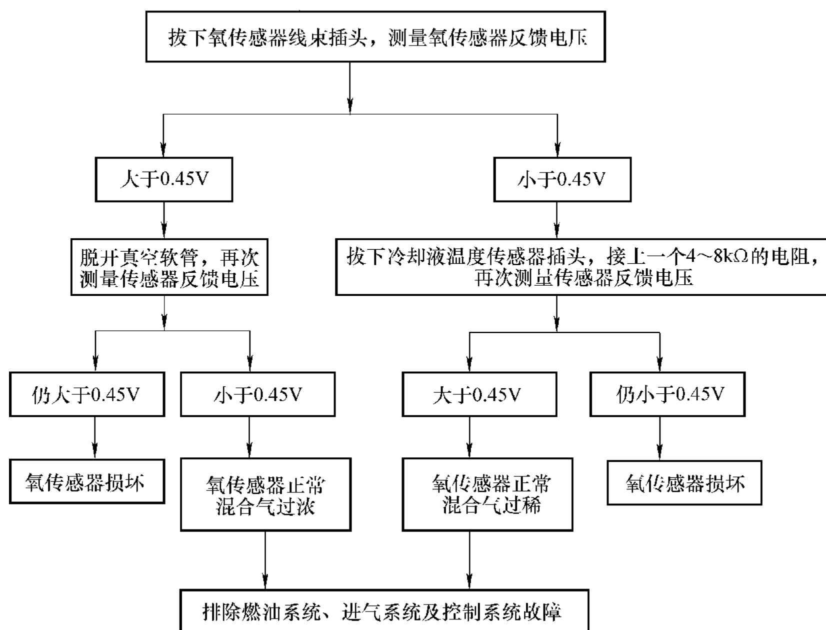


图5-68　氧传感器检测流程（续）



170. 发动机ECU有何作用？

图5-69所示为发动机电子ECU（控制单元）内部结构工作示意图，其作用如下：

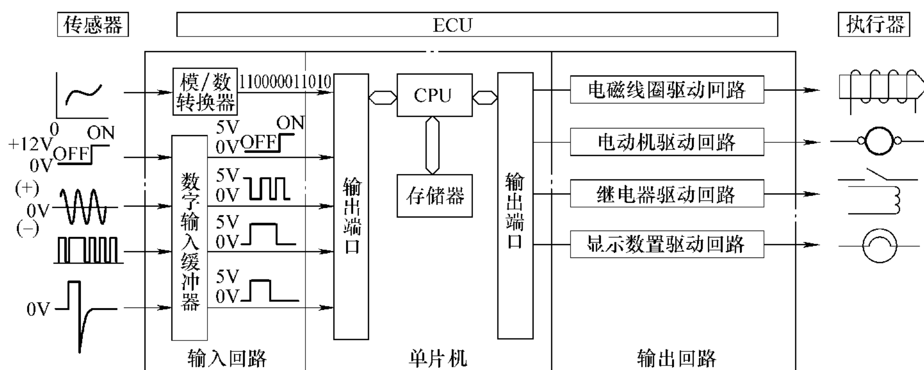


图5-69　发动机ECU内部结构

1）接收传感器或其他装置的输入信号，并将输入信号处理成电脑能够处理的信号，如模拟信号转换成数字信号。

2）提供传感器参考电压，如5V、9V、12V。

3）存储、计算、分析处理信息，存储运行信息和故障信息，分析输入信息并进行相应的计算处理。

4）输出执行命令，把弱信号变为强信号的执行命令。



5）输出故障信息。

6）完成多种控制功能，如在发动机控制系统中，电脑可完成点火控制、燃油喷射控制、怠速控制、排放控制和进气控制等功能。

7）具有失效保护功能　当收到监控回路发出的异常信号时，立即启动备用控制程序，使发动机各种工况的喷油量和点火时刻均按原来设定的程序进行控制，实现发动机基本功能。



171. 发动机 ECU 自诊断系统的备用功能是什么？

所谓备用功能（又称应急保护功能），是指当电控汽车的 ECU 控制单元出现故障，而且该故障能够对电控汽车构成较大威胁时，为了保护电控汽车不受进一步损害而自动启用的保护措施。

学习提示：当备用功能启用后，此时正常运行功能被关闭，ECU 用存储器中预先设定的参数代替传感器检测的信息来控制发动机，使发动机继续运行。如果故障被排除，正常功能立即投入使用，备用运行功能自动关闭。

知识链接

① 当正时带错齿以后，发动机的配气相位将严重错乱，曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器和霍尔传感器等 3 个传感器就不能发出同步信号，此时发动机 ECU 停止发出供油指令及点火指令，使发动机无法起动，汽车进入失效保护状态。

② 若空气流量传感器损坏或其线路断路，ECU 接收不到正常的空气流量信号，ECU 会根据节气门位置传感器和曲轴位置传感器的信号自动生成一个替代信号，并限制发动机的转速在 2500r/min 左右。由于上述信号不能精确地反映发动机的实际进气量，所以汽车往往加速不良，此时 ECU 处于故障应急保护模式。

若电子节气门（ETC）指示灯点亮，这是告知电子节气门系统存在故障，此时电子节气门将打开 8°左右，发动机转速为 3000r/min 以下状态。

③ 若冷却液温度传感器损坏，ECU 将按预先设定的温度（起动时 20℃以及运行时 80℃）进行燃油控制和点火控制。



172. 发动机 ECU 自诊断功能有哪些？

（1）发现故障　输入到微处理器的电平信号，在正常状态下有一定的范围，如果此范围以外的信号被输入时，ECU 就会诊断出该信号系统处于异常状态。例如，发动机冷却液温度信号系统规定在正常状态时，传感器的电压为 0.08～4.8V（－50～139℃），超出这一范围即被诊断为异常。

学习提示：如果微处理器本身发生故障，则由设有紧急监控定时器（WDT）的时限电路加以监控；如果出现程序异常，则定期进行的时限电路的再设置停止工作，以便采用微处理器再设置的故障检测方法。

（2）故障分类　当ECU工作正常时，通过诊断用程序检测输入信号的异常情况，再根据检测结果分为不导致障碍的轻度故障、引起功能下降的故障以及重大故障等。并且将故障按重要性分类，预先编辑在程序中。当ECU本身发生故障时，则通过WDT进行重大故障分类。

（3）故障报警　一般通过仪表板上报警灯的闪亮来向车主报警。在装有显示器的汽车上，也有直接用文字来显示报警内容的。

（4）故障存储　当检测故障时，在存储器中存储故障部位的故障码，一般情况下，即使点火开关处于断开位置，ECU和存储部分的电源也保持接通状态而不致使存储的内容丢失。

维修注意：当断开蓄电池电源或拔掉熔丝时，由于切断了ECU的电源，存储器内的故障码才会被自动消除。

（5）故障处理　在汽车运行过程中如果发生故障，为了不妨碍正常行驶，由ECU进行调控，利用预编程序中的代用值（标准值）进行计算以保持基本的行驶性能，待停车后再由车主或维修人员进行相应的检修



173. 发动机ECU如何识别传感器故障?

（1）电压型故障的识别　传感器的输出一般为电压信号，通常将传感器输出电压信号作为故障诊断参数。当传感器内部发生短路或断路，或传感器与ECU之间的线路发生搭铁或断路时，其输入ECU的信号电压超出正常范围。

学习提示：若ECU接收传感器异常电压信号持续超限一定时间后，则将其判断为故障，并将对应故障码存入ECU的RAM内。如发动机冷却液温度传感器在－30～139℃时，正常的电压参数为0.1（139℃）～4.8V（－30℃）。当测得的故障诊断参数为0V或5V，说明冷却液温度传感器与相关电路存在故障。

（2）时间型故障的识别　由于传感器信号电压一般都保持在某一时间范围内，当时间超过一定时限将被ECU辨认为故障的情况。ECU根据传感器信号变化的快慢、保持高于或低于某一值的时间是否超过某一时限，判定传感器是否存在故障。

学习提示：如氧传感器信号电压在过量空气系数$\lambda<1$时，信号电压应为1000mV；$\lambda>1$时，信号电压应为100mV；$\lambda=1$处发生阶跃。

当在加速工况下该信号电压保持低于600mV的时间达到15s，ECU认为该传感器信号电压偏低，判其为故障；在减速工况下，该信号电压保持高于110mV的时间达到15s，ECU认为该传感器电压偏高，判其为故障。

当传感器输出的信号电压在正常范围内，而且从时间上也检查不出其存在的故障时，ECU采用多种推理方法或计算方法进行识别。



学习提示：如某一汽车在车速为90km/h，发动机转速为3000r/min，进气歧管绝对压力为65kPa时，节气门位置传感器送来了2%的节气门开度值，将其与节气门开度检测值进行比较，即可判断节气门位置传感器发生了故障。



174. 发动机ECU如何识别执行器故障？

对执行器的故障识别，一般是在ECU驱动电路中增设专用检测回路，监测执行器的工作情况。图5-70所示为丰田电子点火系统控制电路。

学习提示：在正常情况下，ECU每输出一个点火信号，电子点火器内的点火监测回路就及时收到一点火正常反馈信号IGf。当电子点火器回路中的功率晶体管由于某种原因不能发出正常的点火电压信号时，ECU也就得不到点火正常反馈信号IGf，一般ECU在连续6次得不到IGf的情况下，就会判定点火系统出现故障。

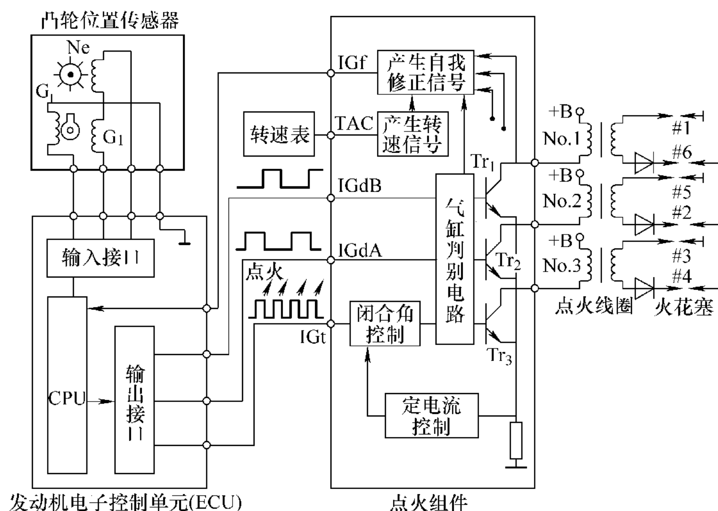


图5-70　丰田车系电子点火系统



175. 如何识别发动机ECU本身的故障？

在ECU内，为了实现对自身的监测，设有相应的监控回路，如图5-71所示。当ECU检测到系统有故障时，将以故障指示灯提醒驾驶人。

知识链接

ECU正常运行时，ECU的运行程序会对监视器内的计数器定时进行清零处理。这样，监视器中计数器的数值永远不会出现因计数满而溢出的现象。但当ECU出现故障时，ECU便不能对这个计数器进行定时清零，致使此监视计数器出现溢出，在其输出端输出一高电平，据此可判定ECU故障。

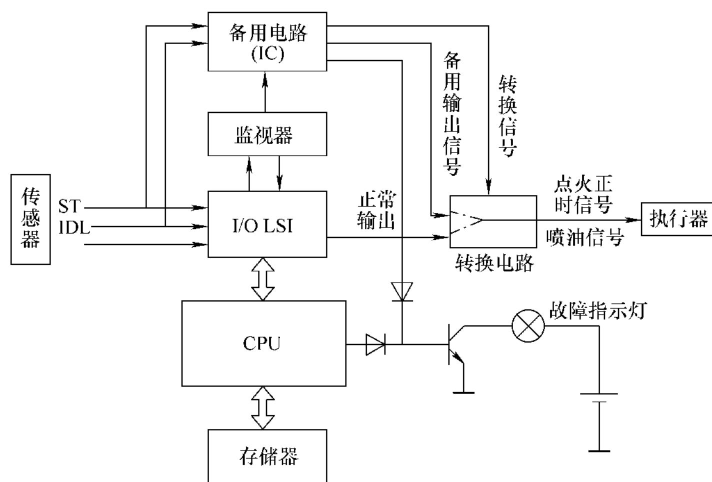


图5-71　ECU监控回路

176. 发动机ECU损坏的原因主要有哪些？

1）供电电压超出正常范围（大于16V）或蓄电池接反并起动车辆。

2）输出电压过大（短路）或电磁感应电压过高。

3）输入信号电压过高（一般应低于5V）。

4）ECU进水、潮湿，造成线路短路或腐蚀。

5）外部线路短路，导致线路电流过载（一般搭铁线烧断）。

6）受高压静电冲击（电焊或错误拆装）。

7）强烈的外力冲击造成ECU外壳损坏、变形及线路板破裂。

8）ECU内部元件老化（电阻或电容）或程序设计缺陷。

177. 如何运用静态检测法诊断发动机ECU故障？

静态检测法是指利用故障检测仪对ECU系统进行通信功能检测的一种方法。如果通信连接正常，则表明ECU供电、搭铁线、芯片组及基本功能正常；如果通信连接失败或无法通信，应改用万用表检查ECU的电源电压、基准电压与搭铁线等线路。

学习提示：若检查时发现电源电压及搭铁线正常而基准电压过低，则说明ECU的电源电路存在故障或外电路基准电源线短路；若检查基准电压过高，也说明ECU的电源电路存在故障或电源搭铁线内部断路。如果静态检测一切正常，则应进行动态数据流检测。

178. 如何运用动态检测法诊断发动机ECU故障？

动态检测是指在发动机处于工作状态时，利用故障检测仪读取数据流观察传感器信号，具体诊断流程如下：



1）如果丢失了某一信号，可断开传感器，利用信号模拟器根据信号性质模拟发出信号再次检测，如果检测结果正常，说明外部线路或传感器本身故障。

2）如果没有数据显示，则应检查接口电路焊接情况。若焊接良好，则是 ECU 发生了输入信号处理电路故障。

3）如果属于输入数据流检测正常而输出功能不良的情况，则通过静态检测元件功能逐一试验输出功能，同时可用万用表和试灯监测试验结果（万用表接在驱动电路前，试灯接在驱动电路后）。

4）如果万用表监测结果正常而试灯不亮，说明 ECU 驱动电路存在故障；如果万用表监测结果不正常，则说明 ECU 输出信号处理电路存在故障。

学习提示：在经过静态检测和动态检测能确认 ECU 基本工作正常后，接下来应进行各项参数的信号分析。如果参数相差过大或输入信号和输出信号正常而 ECU 工作不正常时，应检查或更换 PROM（有些车型可更换）。另外，若 ECU 在断电后放置一段时间再次检测又能恢复正常，则说明 ECU 程序不稳定或存在缺陷。



179. 如何运用 ECU 端子电压诊断发动机 ECU 故障？

1）用数字万用表电压档检测蓄电池的电压，电压值应大于或等于 11V，否则应将蓄电池充电后再进行测量。

2）将 ECU 从车上拆下，但保持其导线插接器与 ECU 处于连接状态。

3）将点火开关转至 ON 位置，将数字万用表置于电压档。

4）如图 5-72 所示，依次将数字万用表红表笔从导线插接器的导线一侧插入，测量 ECU 各端子与搭铁之间电压。

5）记录各 ECU 端子与搭铁之间的电压值，应与车型的标准值进行比较。

6）如果所测的电压值与标准值不符合，说明 ECU 或其控制线路有故障，则检修发动机控制线路或更换 ECU。

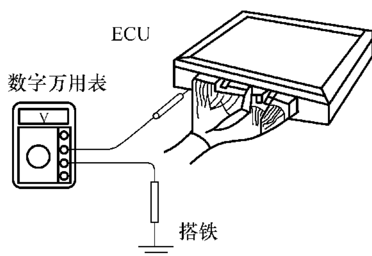


图 5-72　测量 ECU 端子电压



180. 如何运用 ECU 端子电阻诊断发动机 ECU 故障？

1）从汽车上拆下 ECU。

2）断开 ECU 导线插接器。

3）将数字万用表置于欧姆档，测量发动机导线插接器各端子之间的电阻。

维修注意：不要触碰 ECU 的接线端子，应将测试笔插入导线插接器中。

4）记录下所测得的电阻值，并将其与车型标准值进行比较，如果所测数值与标准值相符合，但是车辆依然有故障，则更换 ECU。

181. 如何确认发动机ECU是否损坏？

确认ECU损坏的通常方法是，在相关传感器信号都正常输入到ECU的情况下，ECU却不能正确输出控制信号来驱动执行器，说明ECU存在故障。

学习提示：如发动机无法起动，经过检查确定起动喷油线路上无驱动脉冲电压，而相关线路和其他起动信号正常输入到ECU，此时判断为发动机ECU内部故障。

知识链接

当ECU正常工作时应有一定的温度和轻微的振动感，如图5-73所示，用手触摸其表面即可简单判断ECU的工作情况。

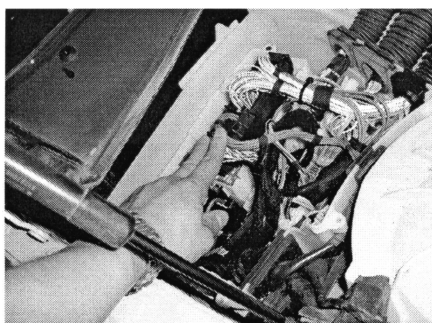


图5-73　简单判断ECU的工作情况

182. 如何按照电路图寻找发动机ECU损坏元件？

根据电路图或实际线路图的走向找到与喷油器连接的相应ECU端子，然后使用数字万用表的电阻档，从确定的ECU端子开始，沿着ECU的印制电路查找某个晶体管是否出现异常情况，如图5-74所示。

学习提示：ECU通常采用大功率晶体管放大器执行信号以驱动执行器，这类故障原因大多是晶体管、二极管短路或断路所致。

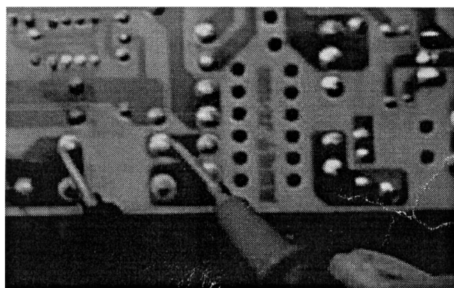


图5-74　寻找ECU晶体管异常情况





183. 如何测量发动机 ECU 晶体管?

学习提示：首先确定晶体管三个极，与印制线路对应的管脚为晶体管的集电极，旁边较细的印制线是基极，剩下的为发射极。

1）将发动机 ECU 多孔导线插接器插上，起动发动机，使用万用表电压档连接到要确认的印制线，显示 5V 则为基准电压。

2）用万用表测试晶体管，如果发现集电极 c 与基极 b 的正反向电阻无穷大，则说明晶体管已经断路；如果发现集电极 c 与发射极 e 之间的电阻为零，则说明晶体管已经被击穿。此外还需要测量晶体管附近相连的其他晶体管和二极管。



184. 如何准确替换发动机 ECU 的晶体管?

（1）型号　查看晶体管上的信号，通过晶体管对应表确定与之相配的晶体管。

（2）电阻　晶体管的基极一般都串有电阻，基极电阻值要与原晶体管的电阻值相近。

学习提示：晶体管的基极是靠电流的大小控制的，ECU 电压值固定，因此需要利用电阻来控制电流。如果电流过大会烧坏晶体管，电流过小则不能将其触发。

（3）测量　利用万用表的二极管测量档测量晶体管的属性。根据晶体管特性，应该只有一个管脚相对于另外 2 个管脚单向导通，具备这个属性则可确定是晶体管，只有一对管脚单向导通的是场效应管，相对另外两个管脚导通的管脚是晶体管的基极。

知识链接

① 将替换的晶体管焊接到电路板上，焊接时要注意焊锡应尽可能少，避免过热，焊接完后要用万用表测量各管脚，应不能相互导通。

② 替换完后，在 ECU 板裸露的情况下将其连接到车辆线束插头中，起动发动机，检查相应功能是否正常，同时用手触摸晶体管，如果有些热为正常，如果烫手说明存在故障。同时观察发动机故障指示灯是否点亮，并进行路试验证 ECU 工作情况。



185. 如何排除发动机 ECU 的故障?

维修注意：原则上 ECU 只能更换不能修理，对于芯片及 ECU 程序故障，应更换同型号 ECU。但有些 ECU 的故障是可以通过更换元器件的方法进行修复的。

（1）电源故障

1）ECU 主电源故障。造成这种故障的原因有：①保护二极管短路。这种故障通常去掉或用同一规格的二极管代替进行解决；②电源主搭铁线断路。这种故障可用焊接及导线连接的方法解决。

2）基准电压故障（5V ±0.1V）。

① 如果基准电压过低，应切断外界相关线路，观察电压能恢复到 5V ±0.1V，说明外电

路传感器负荷过大，此时要逐一查找进行排除。

② 如果基准电压不能恢复到5V ±0.1V，则应更换电压调整模块。

③ 如果基准电压过高（大于8V），则应检查电源模块搭铁线及线路板搭铁线，找到具体故障点，应修复搭铁线或更换模块。

（2）输出动力模块故障　可找到相对应动力模块检测其输入及输出信号电压，确认模块损坏后，可更换相同或基本参数相同的模块，如点火模块、空调控制模块、喷油控制模块及风扇控制模块等。

（3）电容和电阻损坏　有些电容采用的是电解电容，当ECU使用过久后，很容易造成电容器失效，此时可用相同容量耐压16～25V的电容进行更换。

（4）ECU进水和受潮故障　ECU在进水或受潮后可进行干燥处理。干燥方法是首先用酒精进行冲洗，然后再将ECU装入1个大密封袋内用真空机进行抽真空，保持24h干燥后装车试用。



背景知识加油站4　典型发动机电控系统故障排除

一、发动机电控系统故障类型

1. 间歇性故障

故障时有时无，不是持续性发生，故障现象不稳定，大多是由于某些插头或导线接触不良造成的。

2. 虚假性故障

如某些传感器失灵，误导发动机ECU发出错误指令，进而使喷油或点火系统出现虚假性故障等。

3. 交叉性故障

电控与非电控部分同时出现综合性故障，非电控故障掩盖了电控故障，此时只重视机械方面故障的排除，而忽视了电控系统方面的故障。

4. 潜伏性故障

故障存在，但没有明显的故障征兆，故障通常为隐蔽状态，而只有通过故障模拟才能显示出来。

5. 人为性故障

故障是维修人员在维修过程中操作不当引起的其他故障，如线束没有按照规定处理、人为断电出现故障码等情况，主要是维修人员未按规定检修电控系统产生了新的故障。

二、发动机电控系统故障排除方法

1. 基本检查

打开发动机舱盖，观察发动机各部件是否完整，真空管有无脱落，电线插接器有无松脱，发动机怠速运转是否平稳等。

2. 读码—清码—运行—再读码

连接故障诊断仪查询故障码，要对读出的永久性和偶发性故障码进行记录，然后清除



故障码。起动发动机，待冷却液温度达到80℃以上，驾驶车辆进行路试，然后再次查询故障码并做记录。

3. 分析故障码

使用维修手册查阅故障码产生的原因及影响，并按程序进行排除。如果未存储故障码，要考虑控制单元不能监视的元件，如点火线圈、火花塞等的工作情况。

4. 读数据流

发动机要满足产生读数据流的条件，对于数据流中超出正常值的数据，应参照维修手册列出的故障原因进行分析。

5. 检查测量

根据故障现象、故障码内容及数据流中的相关数值确定测量项目，可以使用万用表、试灯、示波器、模拟信号发生器及喷油器检测清洗仪等仪器进行必要的测量。



186. 诊断发动机控制系统故障的基本程序是什么？

发动机控制系统故障诊断的基本程序如图5-75所示。

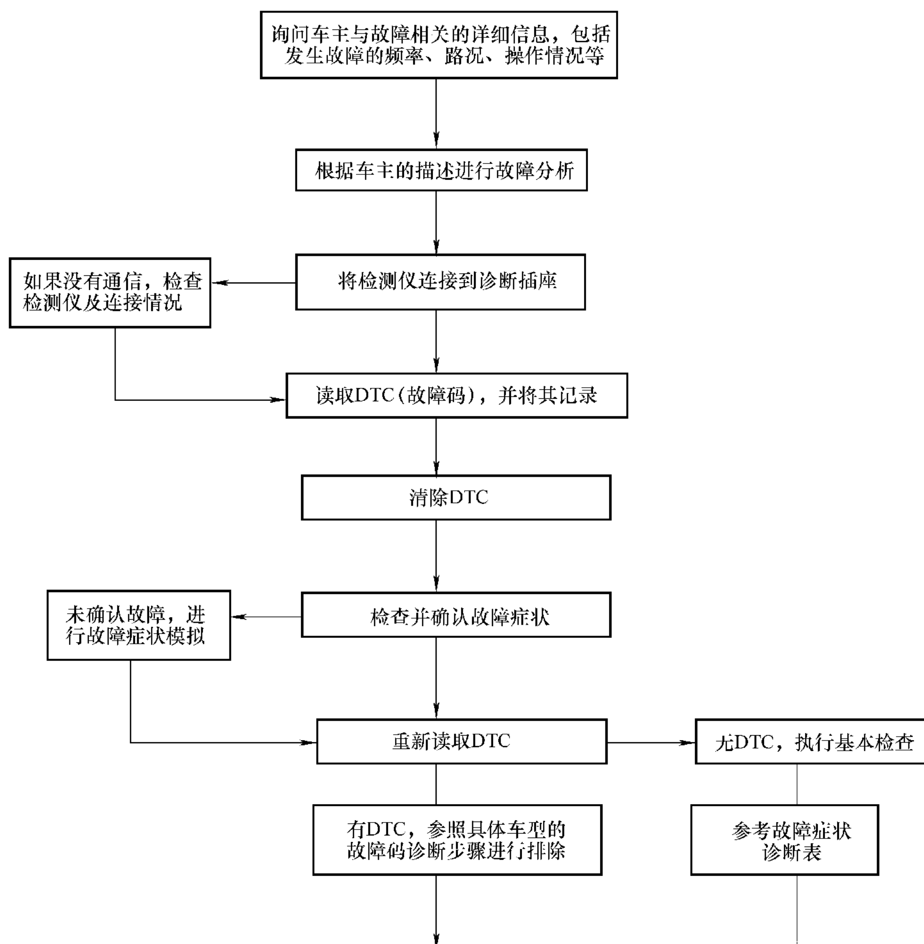


图5-75　发动机控制系统故障诊断的基本程序

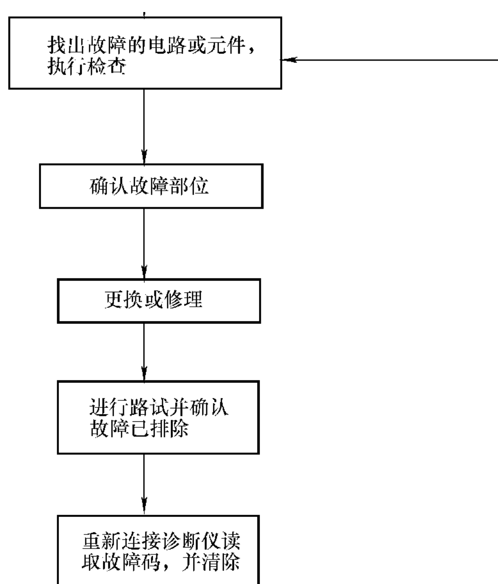


图5-75　发动机控制系统故障诊断的基本程序（续）

 187. 常用的故障征兆模拟试验方法有哪些？

学习提示：在故障诊断中最困难的情形是有故障，但没有明显的故障征兆。在这种情况下必须进行彻底的故障分析，然后模拟与用户车辆出现故障时相同或相似的条件和环境，呈现出故障。故障征兆模拟试验方法主要包括振动法、加热法、水淋法和电器全接通法。

（1）振动法　用手指轻轻振动可能引起故障的零部件，在垂直和水平方向轻轻晃动插接器或线束，检查是否发生故障，如图5-76所示。

学习提示

① 振动支架和插接器体都是应仔细检查的部位。

② 剧烈振动继电器可能使继电器断路。

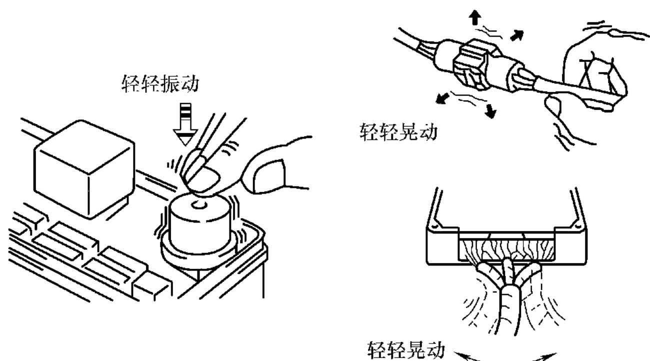


图5-76　轻轻振动可能引起故障的零部件



（2）加热法　当有些故障只是在热车时出现，可能是因为有关零件或传感器受热引起的。可用电吹风或类似加热工具加热可能引起故障的零部件或传感器，检查是否出现故障，如图 5-77 所示。

维修注意：

① 加热温度不得高于 60℃（温度限制在不致损坏电子元器件的范围内）。

② 不可直接加热电脑中的零件。

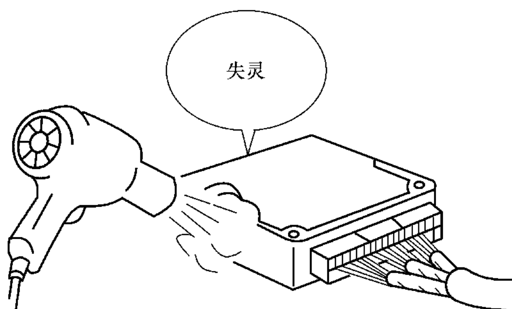


图 5-77　用电吹风加热可能引起故障的零部件

（3）水淋法　当有些故障是在雨天或高湿度的环境下产生时，可用水喷淋在车辆上，检查是否发生故障，如图 5-78 所示。

学习提示：

① 不可将水直接喷淋在发动机电控零件上，而应喷淋在散热器前面间接改变湿度和温度。

② 不可将水直接喷在电子器件上，尤其应该防止水渗漏到电脑内部。

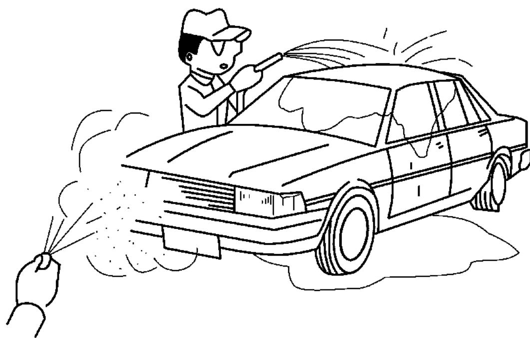


图 5-78　向车辆喷水

（4）电器全接通法　当怀疑故障可能是因用电负荷过大而引起时，可接通车上全部电气设备（包括加热器鼓风机、前照灯、后窗除雾器等）检查是否发生故障，如图 5-79 所示。

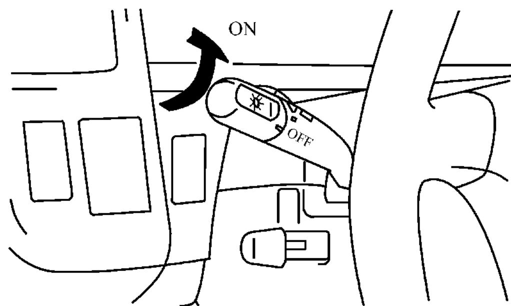


图5-79　打开前照灯等设备

188. 怎样运用“元件故障征兆表”检查排除电控系统故障?

学习提示：电控发动机系统的各项功能是由许多元件相互配合完成的，如果元件发生故障，必将影响整个系统工作，为此将发动机电控燃油喷射系统主要元件产生故障时的主要表现进行归纳，如表5-3所示。

表5-3　元件故障征兆表

元件名称	功　　能	故障现象
发动机电子控制单元(ECU)	根据各种传感器输入信号进行综合处理，发出各种补偿修正信号	①发动机无法起动； ②发动机工作不良以及性能失常
空气流量感知板位置传感器	根据空气流量感知板运动改变可变电阻的阻值，将电压信号送入ECU，作为计算空气流量的依据	①发动机起动困难； ②发动机工作不良； ③怠速不稳，易熄火； ④发动机运转无力
叶片式空气流量传感器	该空气流量传感器是用叶片的运动改变传感器的电阻，从而得到相应电压信号，输入ECU作为决定基本喷油量的主要信号之一	①发动机起动困难； ②怠速不稳； ③发动机转速不易提高； ④加速时间回火、“放炮”； ⑤油耗增大； ⑥易爆燃
卡门涡流式空气流量传感器	该空气流量传感器是以频率信号计算出空气流量，并将信号输入ECU作为决定基本喷油量的信号	①发动机不易起动； ②怠速不稳； ③汽油油耗增大； ④易爆燃并伴随加速不良
热线(或热膜)式空气流量传感器	该空气流量传感器属于电桥热敏电阻式，利用电阻的变化测量空气流量并将信号输入ECU作为决定基本喷油量的信号	①发动机起动困难； ②怠速不稳； ③发动机易熄火； ④发动机动力不足



（续）

元件名称	功　　能	故障现象
进气歧管绝对压力传感器	在博世D型电控系统中，通过真空管与进气管连接所形成的负压大小测量进气量，进气歧管绝对压力传感器将相应电压信号输入ECU，以决定点火与汽油喷射系统基本参数	① 发动机不易起动； ② 发动机运转无力； ③ 发动机怠速不稳； ④ 发动机油耗增大
大气压力传感器	根据不同海拔对应的气压值，将信号输入ECU，以便进行喷油修正	① 发动机怠速不稳； ② 发动机工作不良
节气门位置传感器（线性）	节气门位置传感器是将电位计与节气门的开度形成一一对应的关系，并将对应的电压信号送入ECU，判断发动机负荷大小	① 发动机起动困难； ② 发动机怠速不稳，易熄火； ③ 发动机工作不良； ④ 加速性能差； ⑤ 发动机动力性下降
节气门位置传感器（触点开关式）	将怠速触点和全负荷触点接通的信号输入ECU，用于判断怠速状态和发动机全负荷状态	① 发动机起动困难； ② 怠速不稳，易熄火； ③ 发动机动力性差； ④ 不能进行减速断油控制
进气温度传感器	利用进气温度改变内部的热敏电阻所形成的对应电压信号输入ECU，以供ECU修正点火、喷油正时以及进气喷油量控制	① 怠速不稳； ② 易熄火； ③ 油耗过大； ④ 混合气过浓； ⑤ 发动机性能差
冷却液温度传感器	利用冷却液温度改变内部热敏电阻的大小所形成的对应电压信号输入ECU，以供ECU修正点火、喷油正时调整，修正喷油量，进行冷起动加浓	① 冷起动困难； ② 怠速不稳、易熄火； ③ 发动机性能差
怠速控制电动机	ECU根据发动机各种传感器的信号，指令怠速控制电动机作出相应动作，决定旁通空气量以修正喷油量	① 起动困难； ② 怠速不稳； ③ 易熄火； ④ 怠速过高； ⑤ 发动机易失速
怠速电动机位置传感器	怠速电动机位置传感器是利用电位计检测怠速电动机位置，并以电压信号输入ECU以修正混合比	① 怠速不稳； ② 易熄火； ③ 不易起动； ④ 加速不良
空档起动开关	空档起动开关挂入空档和驻车档时才能起动，脱离空档，信号输入ECU后增油	① 发动机无法起动； ② 脱离空档和驻车档后，ECU不指示增油； ③ 怠速不稳，并且容易熄火； ④ 变速杆在P位或N位外的档位发动机也能起动
氧传感器	用来监测排气歧管中氧的含量，以供ECU修正和调整空燃比	① 怠速不稳，油耗过大； ② 空燃比不当，有害气体的排放高

（续）

元件名称	功　　能	故障现象
动力转向开关（P/S开关）	P/S开关接受动力转向盘转向时的压力信号，将转向信号输入ECU，以供修正怠速喷油量	① 转向时发动机易熄火； ② 转向时发动机怠速不稳； ③ 发动机怠速时无法补偿
空调开关（A/C开关）	当接通空调时，空调开关将信号输入ECU，以修正怠速时喷油	① 开空调时发动机容易熄火； ② 开空调时怠速转速下降； ③ 开空调时怠速不稳； ④ 开空调时无法工作
曲轴强制通风阀（PCV阀）	曲轴强制通风阀开启时，将曲轴箱内的汽油、机油蒸气和燃烧气体漏入曲轴箱的废气引入进气管，以降低尾气排放	① 发动机不易起动； ② 无怠速或怠速不稳； ③ 加速无力； ④ 油耗过大
废气再循环阀（EGR阀）	控制废气引入燃烧室的量，从而降低发动机的温度，以减少氮氧化物排量	① 发动机温度过高； ② 发动机不易起动； ③ 发动机无力、油耗过大； ④ 爆燃； ⑤ 加速不良； ⑥ 排气中氮氧化物含量过高； ⑦ 减速熄火
废气再循环阀位置传感器	EGR阀位置传感器是以电位计的形式将EGR阀的位置信号输入ECU，以控制氮氧化物排量	① 发动机怠速不稳； ② 有害气体排放过高； ③ 发动机性能不佳
活性炭罐电磁阀	发动机起动后，ECU指令活性炭罐电磁阀动作，使活性炭罐内的汽油蒸气由电磁阀进入燃烧室	① 发动机性能不佳； ② 怠速不稳； ③ 空燃比不正确
曲轴位置传感器	利用电磁感应将曲轴上止点信号输入ECU，作为点火正时与喷油正时修正信号	① 发动机无法起动或起动困难； ② 加速不良； ③ 怠速不稳； ④ 容易熄火
可变凸轮轴电磁阀	ECU感知各种传感器输入信号，适时起动电磁阀，以利用机油压力改变凸轮轴角度，调整进排气门开闭时间	① 怠速不稳，引起发抖； ② 发动机运转无力； ③ 引起三元催化转化器损坏； ④ 产生爆燃
电动汽油泵	接通点火开关后，电动燃油泵可运转3～5s，以补充系统初始油压；起动后向系统持续供油	① 发动机起动困难，甚至无法起动； ② 发动机起动后熄火或运转中熄火； ③ 发动机运转无力； ④ 汽车加速不良
汽油滤清器	汽油滤清器用来过滤汽油中的杂质	① 发动机无法起动或起动困难； ② 发动机工作不良或运转不稳； ③ 发动机运转无力
汽油压力调节器	汽油压力调节器用以调节系统压力，使其稳定供油	① 发动机无法起动或起动困难； ② 怠速不稳； ③ 发动机运转无力； ④ 发动机排气管冒黑烟



（续）

元件名称	功　能	故障现象
喷油器	根据 ECU 发出喷油脉冲信号，向进气歧管喷入适量汽油	① 发动机无法起动或起动困难； ② 发动机工作不稳定或抖动 ； ③ 怠速不稳； ④ 容易熄火； ⑤ 发动机排气管冒黑烟
车速传感器	用以检测车速 ，其信号输入 ECU 用以修正喷油量	① 发动机运转不良； ② 无高速断油或急减速断油控制； ③ 巡航控制不工作



189. 怎样排除燃油喷射式发动机不能起动故障？

（1）保证油箱有油　打开点火开关，若汽油表指针不动或油量警告灯亮，则说明油箱内无油，应加满汽油后再起动。

（2）正确的起动发动机　通常电子控制汽油喷射式发动机的起动控制系统要求在起动时不踩加速踏板。

维修注意：如果在起动时将加速踏板完全踩下或反复踩加速踏板以求增加供油量，往往会使控制系统的溢油消除功能起作用，从而导致喷油器不喷油，造成不能起动。

（3）检查点火系统　导致不能起动的最常见原因是点火系统不能点火。因此，在进一步检查之前，应先排除点系统的故障。

维修注意：在检查电子控制汽油喷射式发动机的电子点火系统有无高压火花时应采用正确的方法，不可沿用检查传统触点式点火系统高压火花的做法，以防损坏点火系统中的电子元件。

知识链接

如图 5-80 所示，将其中一缸火花塞拆下，然后将一个火花塞接在点火线圈上，将火花塞搭铁；接通起动开关，用起动机带动发动机转动时观察火花塞电极处有无强烈的蓝色高压火花。

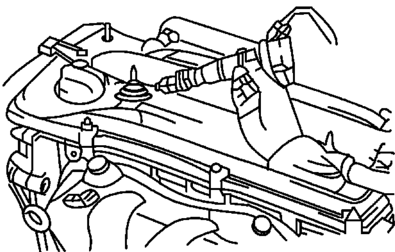


图 5-80　测试点火系统

（4）检查电动汽油泵是否工作正常　用一根导线将电动汽油泵的两个检测插孔短接，然后打开点火开关，此时应能能从油箱口处听到汽油泵运转的声音；或用手捏住进油管时能感觉到进油管的油压脉动。

学习提示：如果电动汽油泵不工作，应检查熔丝、继电器及电动汽油泵控制电路等。如果电路正常，则说明电动汽油泵有故障，应更换。

如果在检查中电动汽油泵有工作声音，可试一下在这种状态下发动机能否起动。若可以起动，说明是电动汽油泵控制电路有故障使汽油泵在发动机起动时不工作。对此，应检查电动汽油泵控制电路。

（5）检查喷油器是否喷油　当点火系统和电动汽油泵工作正常，则应进一步检查喷油控制系统。在起动发动机时，检查各喷油器有无工作的声音。

学习提示：如果喷油器不工作，可用一个大阻抗的试灯接在喷油器线束插座上。如果在起动发动机时试灯能闪亮，说明喷油控制系统工作正常，喷油器有故障，应更换。

如果试灯不闪亮，则说明喷油控制系统或控制线路有故障，应送修理厂进行维修。

（6）检查燃油系统压力　燃油系统油压过低会造成喷油量太少，也会导致不能起动，此时应连接燃油压力表进行油压测试。

学习提示：当燃油压力过低时，说明油路堵塞、燃油压力调节器故障或电动汽油泵有故障。对此，应先拆检汽油滤清器，如有堵塞，应更换；如滤清器良好，则应更换压力调节器，必要时更换电动汽油泵。

 190. 怎样排除燃油喷射式发动机怠速不良或熄火故障?

排除燃油喷射式发动机怠速不良或熄火故障的流程如图5-81所示。

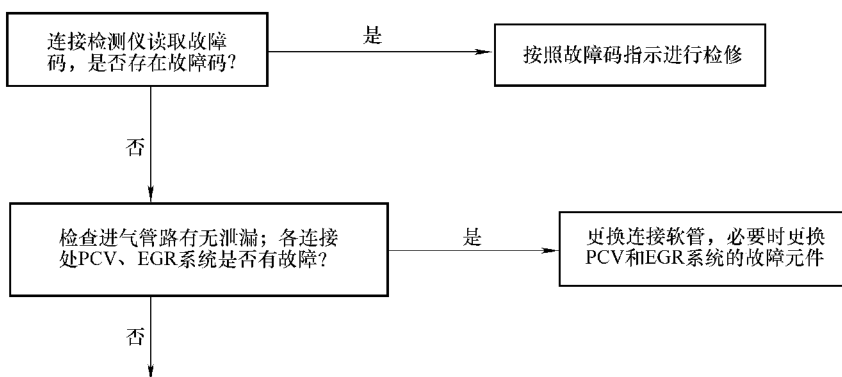


图5-81　燃油喷射式发动机怠速不良或熄火诊断流程图



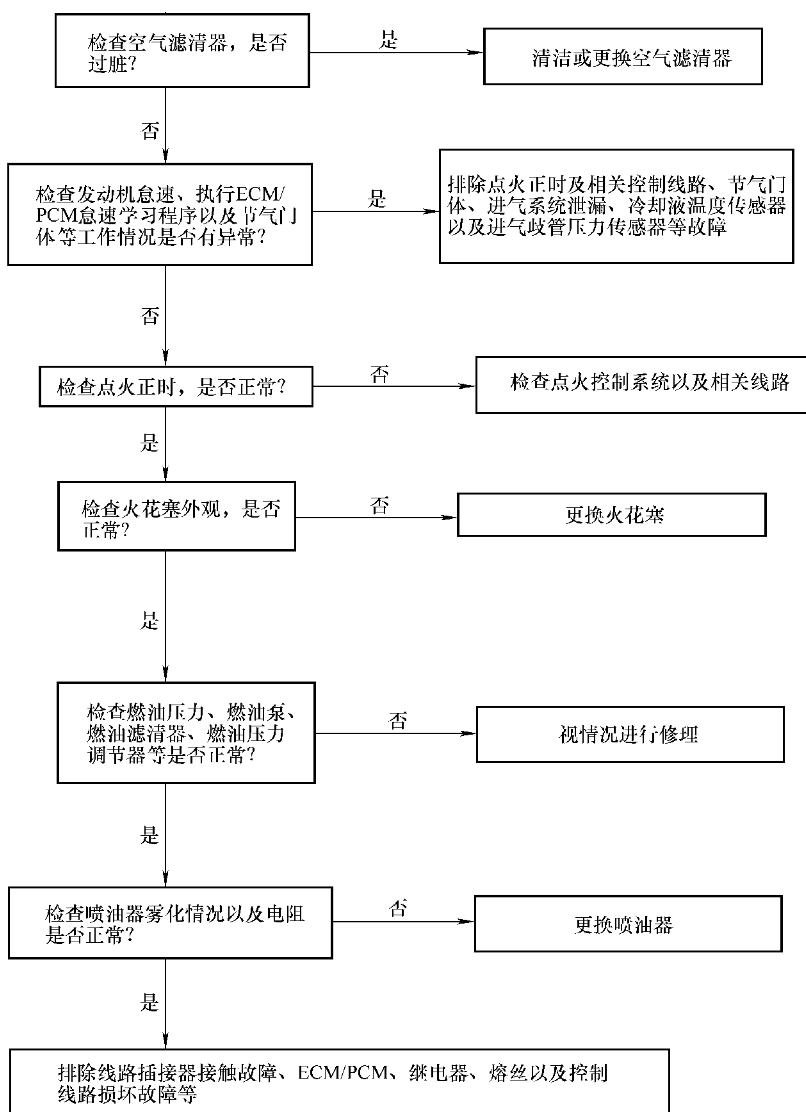


图 5-81　燃油喷射式发动机怠速不良或熄火诊断流程图（续）



191. 电控发动机故障码读取方法有哪些？

（1）跨接导线读取法　利用故障自诊断系统读取故障码时，需要将“诊断输入接头”和“搭铁接头”用跨接导线进行跨接，方可进入发动机电控系统故障自诊断测试状态，读取 RAM 中存储的故障码。

（2）打开专用诊断开关读取法　在一些车上，设置有“按钮式诊断开关”，或在电控单元装置上设置有“旋钮式诊断模式选择开关”，按压或旋转这些专用诊断开关，即可进入故障自诊断测试状态，进行故障码的读取。

（3）利用点火开关的特定操作程序读取法　即在规定时间内，将点火开关完成“ON－OFF－ON－OFF－ON”循环一次，便可执行故障自诊断程序。

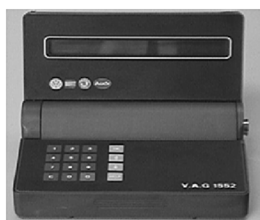
（4）利用加速踏板的特定操作程序读取法　在规定时间内连续踩下加速踏板 5 次，即

可使自诊断系统进入自诊断状态。

最常用的方法是利用汽车专用诊断仪器读取。

192. 大众轿车电控系统怎样进行自诊断测试?

1）选择诊断仪 VAG1551 或 VAS5051，如图 5-82 所示。



a) VAG1551



b) VAS5051

图 5-82 大众轿车诊断仪

2）测试条件

① 仪表板左侧的熔丝盒内 10、28、29、32、34、43 号熔丝正常。

② 蓄电池电压不低于 11.5V。

③ 发动机及车身（蓄电池下）搭铁线正常。

④ 发动机控制单元及诊断连线正常。

3）连接诊断插头，如图 5-83 所示。

4）根据诊断仪器界面显示执行操作。诊断功能见表 5-4。

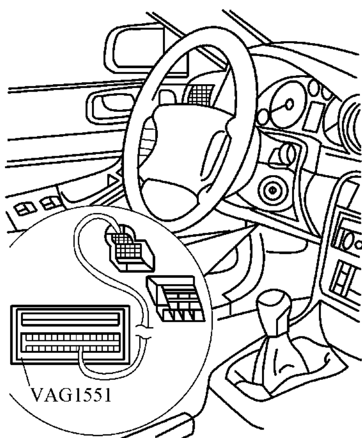


图 5-83 连接诊断插头

表 5-4 诊断功能表

功能码	功能
01	查寻控制单元版本
02	查询故障存储器
03	执行元件诊断
04	基本设定
05	清除故障存储器
06	结束输出
07	控制单元编码
08	读取测量数据块
10	自适应
11	登录





193. 丰田汽车故障码如何识别？

学习提示：电子控制系统出现故障时，ECU 将故障以故障码的形式记录到存储器中。当触发故障自诊断系统时，ECU 通过发动机故障指示灯“CHECK”的闪烁或指针式电压表指针的摆动规律，以故障码形式输出记录在 ECU 内的故障信息，如图 5-84 所示。

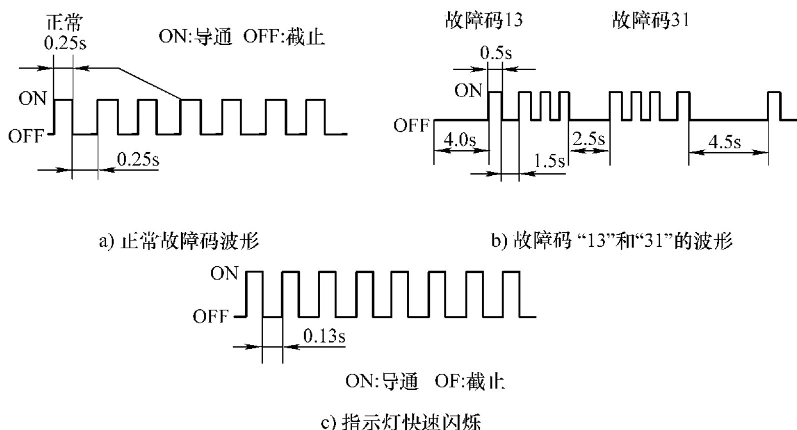


图 5-84　故障码闪烁



194. 在静态测试方式下，如何读取丰田汽车燃油喷射系统故障码？

学习提示：静态诊断模式简称 KOEO 模式，即点火开关置于 ON 位置，但发动机不运转的情况下进行测试。在该模式下，主要提取存储在存储器中间歇性故障的故障码和在静态测试状态下发生故障的故障码。

1）将点火开关转到 ON 位置，发动机不转动，仪表板上的“Check”故障指示灯将点亮。如果“Check”指示灯不亮，则应检查指示灯灯泡及电路是否良好。

2）起动发动机后，“Check”指示灯应熄灭。如果发动机处于运转状态时，仪表板上的“Check”灯仍亮，说明发动机电子控制系统存在故障，应使用故障自诊断系统读取故障码。

3）读取故障码。调取发动机故障码前，发动机应具备以下条件：发动机温度正常；蓄电池电压应在 11V 以上；切断所有用电设备电源；节气门完全关闭；变速器应挂入 P 位或 N 位。

4）将点火开关置于 ON 位置，但不起动发动机。如图 5-85 所示，用跨接线跨接故障诊断座的 TEl 和 E1 端子。

5）根据“Check”灯的闪烁情况读取故障码。

6）关闭点火开关，拆下跨接线。



195. 在动态测试方式下，怎样读取丰田汽车燃油喷射系统的故障码？

1）关闭点火开关，用跨接线跨接故障诊断座的TE1和E1端子，如图5-85所示。

2）将点火开关置于ON的位置，此时“Check”发动机故障指示灯将快速闪烁，如图5-86所示，亮、熄时间间隔约为0.13s。

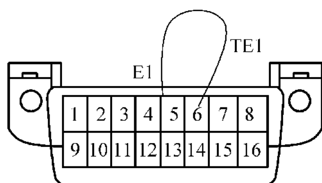


图5-85　跨接丰田16针诊断端子

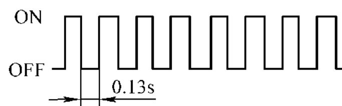


图5-86　指示灯快速闪烁

3）起动发动机，模拟驾驶人所描述的故障状态行驶，车速不低于10km/h。

4）路试之后，再用跨接线将故障诊断座上的TEl和E1端子跨接。

5）通过仪表板上的“Check”指示灯读取故障码。

6）读取并记录完故障码后，从故障诊断座上拆下跨接线。



196. 怎样清除丰田汽车燃油喷射系统的故障码？

1）将智能测试仪连接到DLC上，然后进入清除故障码功能进行清除。

2）断开发动机电脑控制系统的电源线或熔丝即可清除。

3）断开蓄电池负极即可清除。

学习提示：

① 断开蓄电池负极之前必须确认汽车音响、防盗系统是否带密码，如果存在必须记住密码。

② 故障码清除后，对汽车进行道路试验检查，“Check”灯应显示正常代码，否则，表示故障尚未彻底修好。



197. 丰田轿车电控系统怎样执行主动测试？

学习提示：通过读取智能测试仪上的操作，在不用拆除任何零件的情况下便可对执行器执行主动测试。

1）起动发动机，使发动机暖机。

2）将点火开关转到OFF位置。

3）将智能测试仪连接到DLC上，如图5-87所示。



4）将点火开关转到 ON（IG）位置，并打开智能测试仪。

5）选择以下菜单项目：“Powertrain（传动系）→Engine and ECT（发动机和 ECT）→Active Test（主动测试）”。如执行喷油量的控制时，在“－12.5% 和 24.8% 之间”任意改变喷油量来观察发动机的工作情况。

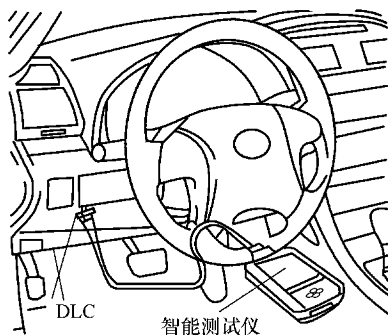


图 5-87　连接智能测试仪



198. 怎样测试与读取丰田轿车电控系统的数据？

学习提示：通过读取智能测试仪，在不用拆除任何零件的情况下便可对传感器、执行器等零件读取电控系统的数据。

1）起动发动机，使发动机暖机。

2）将点火开关转到 OFF 位置。

3）将智能测试仪连接到 DLC 上，如图 5-87 所示。

4）将点火开关转到 ON（IG）位置，并打开智能测试仪。

5）选择以下菜单项目：“Powertrain（传动系）→Engine and ECT（发动机和 ECT）→Data List（数据表）”。如 Starter Signal（起动机信号），当发动机转动时，起动机开关（STSW）信号应为 ON，否则说明起动机信号存在故障。



199. 本田系列轿车电控系统故障自诊断功能有哪些？

（1）故障指示灯点亮　当 ECM/PCM 发现一个传感器或一个控制装置发生的信号不正常时，可存储一个临时故障码（TDTC）或故障码（DTC）。根据故障情况，DTC 可存储在第一次或第二次行驶周期内。DTC 一旦被存储，ECM/PCM 将通过 F－CAN 发送信号给仪表使故障指示灯（MIL）亮起。

学习提示：

① 一次行驶周期测试法。当一个传感器或一个控制装置发生的信号出现异常时，ECM/PCM 将会存储故障码（DTC），并立即亮起 MIL。

② 两次行驶周期测试法。当第一次行驶周期中来自一个传感器或一个控制装置的信号出现异常时，ECM/PCM 将会存储临时故障码（DTC）。此时，故障指示灯并不亮。如果在第二次行驶周期中继续出现异常，ECM/PCM 将会存储 DTC，并亮起故障指示灯。

（2）失效保护功能　当一个传感器或一个控制装置发生的信号出现异常时，ECM/PCM 不受其影响，同时代用预存程序值，使发动机能够继续运转。这样，就可存储故障码

（DTC），并亮起故障指示灯。

（3）故障指示灯（MIL）灯泡检查　在打开点火开关至ON（Ⅱ）位置时，ECM/PCM将通过F－CAN发送信号给仪表，MIL亮起15～20s，以便检查MIL灯泡的状况。然后在不同状况下熄灭或闪烁5次。此为正常情况：显示排放控制系统的自诊断状况。



200. 怎样读取本田轿车电控系统的故障码？

（1）人工读取

1）将点火开关置于OFF位置。

2）短接诊断座（SCS）2芯端子。

3）短接点火开关置于ON位置。

4）读取故障码。

点火开关置于ON位置后，发动机故障指示灯将通过闪烁时间的长短和次数来显示故障码。

维修注意：如果有多重故障信息，发动机故障指示灯将按由小到大的顺序依次闪示。故障码最多由两位数构成。故障码1～9通过短闪烁显示，故障码10～41通过一系列长、短闪烁显示。

学习提示：长闪烁的次数代表十位数，短闪烁的次数代表个位数，如长闪烁2次，短闪烁1次则表示故障为21。另外，故障码显示一般难以一次读准，因此至少要通过两次以上的读取以验证是否已读正确。

（2）用HDS诊断仪读取

1）将HDS连接在位于驾驶人侧仪表板下方的数据插接器（DLC）上。

2）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

3）确保HDS与PCM及其他车辆系统通信正常。如果不能，则进行DLC电路故障处理。

4）检查并记录故障码（DTC）。同时，还要检查冻结故障数据/仪表快摄数据，并下载所有测试到的数据。然后，参考DTC故障处理程序进行排除。



201. 怎样清除本田轿车电控系统的故障码？

1）发动机停止运行时，通过HDS清除DTC。

2）将点火开关旋至锁定（0）位置。

3）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置，并等待30s。

4）将点火开关旋至锁定（0）位置，并断开DLC与HDS的连接。



202. 怎样检测本田轿车电控发动机的怠速转速？

1）将HDS连接到位于驾驶人侧仪表板下的数据插接器（DLC）上，并确保HDS与PCM通信正常。



2）起动发动机。无负载（A/T 在 P 或 N 位置）时，将发动机转速保持为 3000r/min，直至散热器风扇运转，然后使其怠速。

3）检查无负载条件下的怠速转速（前照灯、鼓风机风扇、散热器风扇和空调系统均关闭）应为（650±50）r/min。

4）让发动机在高电气负载（空调开关置于 ON 位置、温度设置为最冷、鼓风机风扇高速、前照灯远光）下怠速运转 1 min，怠速转速应为（700±50）r/min。



203. 如何排除本田思铂睿 DTC P0102？

1）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，并等待 2s。

2）使用 HDS 检查数据表（DATA LIST）中的 MAF 传感器。指针是否大约指示为0gm/s 或 0.1V 或以下？

是→进行步骤 3）。

否→间歇性故障。检查 MAF 传感器与 ECM/PCM 端子是否连接不良或松动。

3）将点火开关旋至锁定（0）位置。

4）断开 MAF 传感器/进气温度 IAT 传感器 5 芯插头。

5）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。

6）如图 5-88 所示，测量 MAF 传感器/IAT 传感器 5 芯插头 3 号端子与车身搭铁之间是否为蓄电池电压？

是→进行步骤 7）。

否→排除 PGM－FI 主继电器 1 与 MAF 传感器之间的导线断路故障。

7）将点火开关旋至锁定（0）位置。

8）如图 5-89 所示，测量 MAF 传感器/IAT 传感器 5 芯插头 1 号端子与车身搭铁之间的电阻，是否为 190～210kΩ？

是→进行步骤 13）。

否→进行步骤 9）。

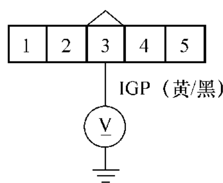


图 5-88　测量 MAF 传感器 3 号端子电压

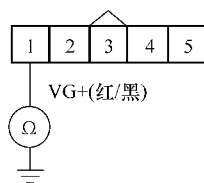


图 5-89　测量 MAF 传感器 1 号端子与车身搭铁之间的电阻

9）使用 HDS 短接 SCS 线。

10）断开 ECM/PCM 插头 B（49 芯）。

11）如图 5-90 所示，检查 ECM/PCM 插头 B31 端子与车身搭铁线之间的导通性，是否导通？

是→排除 ECM/PCM（B31）与 MAF 传感器之间的导线短路故障。

否→进行步骤 12）。

12）如图5-91所示，检查MAF传感器/IAT传感器5芯插头1号端子与ECM/PCM插头B31端子之间的导通性，是否导通？

是→重新连接所有插头，然后重新检查。

否→排除ECM/PCM（B31）与MAF传感器之间的导线断路故障。

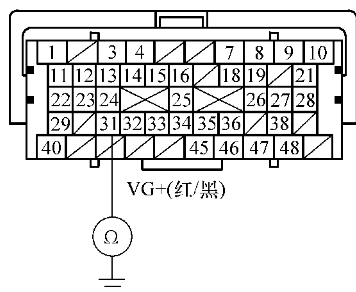


图5-90　检查B31端子与车身搭铁之间的导通性

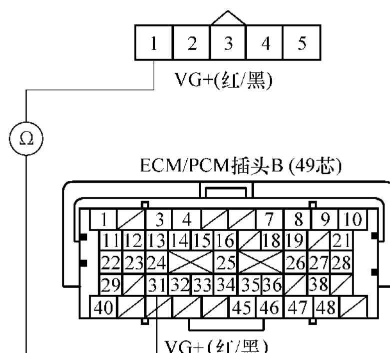


图5-91　检查MAF传感器1号与B31端子之间的导通性

13）使用良好的MAF传感器/IAT传感器进行替换。

14）重新连接所有插头。

15）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

16）使用HDS清除DTC。

17）起动发动机，在无负荷的情况下使发动机转速保持在2000r/min。

18）使用HDS检查所有DTC或临时DTC，是否显示为DTC P0102？

是→重新安装原有MAF传感器/IAT传感器，然后使用ECM/PCM进行替换检查，必要时将其更换。

否→更换原有MAF传感器/IAT传感器，然后清除故障码，故障处理完成。



204. 如何排除本田思铂睿DTC P0107？

1）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

2）使用HDS检查数据表（DATA LIST）中的MAPSENSOR（MAP传感器）。

是否显示为约3kPa或0.23V或以下？

是→进行步骤3）。

否→间歇性故障。检查MAP传感器与ECM/PCM端子之间是否连接不良或松动。

3）将点火开关旋至锁定（0）位置。

4）断开MAP传感器3芯插头。

5）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

6）使用HDS检查数据表中的MAP传感器。是否显示为约3kPa或0.23V或以下？

是→进行步骤12）。

否→进行步骤7）。

7）如图5-92所示，测量MAP传感器3芯插头1号端子与3号端子之间的电压，是否



约为5V？

是→连接好所有插头，然后进行步骤16）。

否→进行步骤8）。

8）将点火开关旋至锁定（0）位置。

9）使用HDS短接SCS线。

10）断开ECM/PCM插头C（49芯）。

11）如图5-93所示，检查ECM/PCM插头C13端子与MAP传感器3芯插头1号端子之间的导通性，是否导通？

是→连接好所有插头，然后进行重新检查。

否→排除ECM/PCM（C13）与MAP传感器之间的导线断路故障。

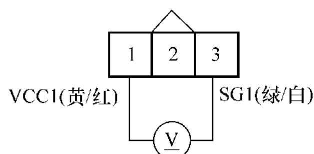


图5-92　测量MAP传感器1号与3号端子之间电压

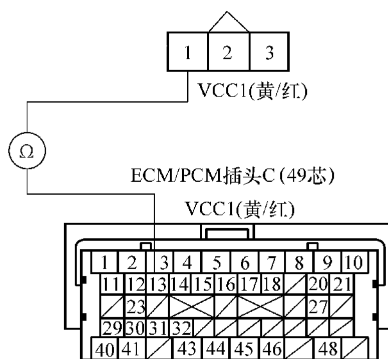


图5-93　检查C13端子与MAP传感器头1号端子之间的导通性

12）将点火开关旋至锁定（0）位置。

13）使用HDS短接SCS线。

14）断开ECM/PCM插头C（49芯）。

15）如图5-94所示，检查MAP传感器3芯插头2号端子与车身搭铁线之间的导通性，是否导通？

是→排除ECM/ PCM（C11）与MAP传感器之间的导线短路故障。

否→连接好所有插头，使用HDS检查所有DTC或临时DTC并进行排除。

16）将点火开关旋至锁定（0）位置。

17）更换MAP传感器，然后清除故障码，故障处理完成。

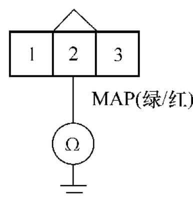


图5-94　检查MAP传感器2号端子与车身搭铁线之间的导通性



205. 如何排除本田思铂睿DTC P0112？

1）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

2）使用HDS检查数据表（DATA LIST）中的IAT传感器，是否显示为约180℃或以上，

或0.08V以下？

是→进行步骤3)。

否→间歇性故障，此时系统正常。

3）将点火开关旋至锁定（0）位置。

4）断开MAF传感器/IAT传感器5芯插头。

5）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

6）使用HDS检查数据表（DATA LIST）中的IAT传感器，是否显示为约180℃或以上，或0.08V以下？

是→进行步骤7)。

否→进行步骤11)。

7）将点火开关旋至锁定（0）位置。

8）使用HDS短接SCS线。

9）断开ECM/PCM插头B（49芯）。

10）如图5-95所示，检查MAF传感器/IAT传感器5芯插头5号端子与车身搭铁线之间的导通性，是否导通？

是→排除IAT传感器与ECM/PCM（B32）之间的导线短路故障。

否→重新连接所有插头，则升级ECM/PCM或使用运行良好的ECM/PCM进行替换。

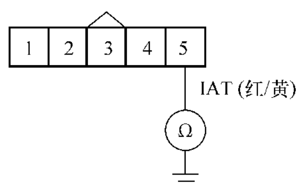


图5-95　检查MAF传感器5号端子与车身搭铁之间的导通性

11）将点火开关旋至锁定（0）位置。

12）更换MAF传感器/IAT传感器，然后进行清除故障码，故障处理完成。

 206. 如何排除丰田凯美瑞DTC P0117？

丰田凯美瑞DTC P0117为发动机冷却液温度电路输入低故障码。发动机冷却液温度线路图如图5-96所示。



图5-96　发动机冷却液温度传感器接线图

（1）读取Intelligent Tester（智能测试仪）数据

1）断开C4 ECT传感器插接器。

2）将智能测试仪连接到DLC3上。



3）将点火开关转到 ON 位置，打开测试仪。

4）选择以下菜单项目：“Powertrain（传动系）→ Engineand ECT（发动机和 ECT）→ Data List（数据表）→Coolant Temp（冷却液温度）”。

5）读取测试仪显示的数据，标准值是否为 40℃？

是→更换发动机冷却液温度传感器。

否→重新连接 ECT 传感器插接器，进行步骤（2）。

（2）检查 ECM 线束和 ECT 传感器插接器

1）断开 C4 ECT 传感器插接器。

2）断开 C24 ECM 插接器。

3）分别测量 THW（C4－2）或 THW（C24－97）与车身搭铁之间电阻，是否为 10kΩ 以上？

是→线路正常，更换 ECM。

否→修理或更换线束或插接器。



207. 如何排除北京现代悦动 DTC P0037？

北京现代悦动 DTC P0037 为氧传感器电路故障，氧传感器控制线路如图 5-97 所示。

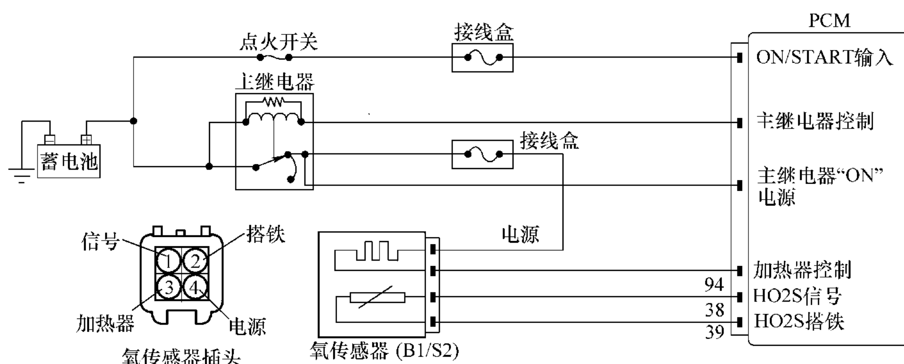


图 5-97　氧传感器（B1/S1）控制电路图

1）连接诊断仪并选择“故障码（DTC）”模式。

2）按下 F4（DTAL）键，从 DTC 菜单中选择 DTC 信息。

3）读取“DTC 状态”参数，是否显示 DTC P0037（PCM 检测到后氧传感器加热器控制电路与搭铁电路短路）？

是→进行步骤 4）。

否→系统为间歇性故障。

4）电源电路检查

① 点火开关置 OFF 位置。

② 拔下氧传感器（B1/S1）插接器。

③ 点火开关置 ON 位置，发动机置 OFF 位置。

④ 使用万用表测量氧传感器加热器线束插接器的电源端子和搭铁之间的电压，规定值应为蓄电池电压。电压是否在规定值范围内？

是→进行步骤5）。

否→排除主继电器到氧传感器加热器电源端子之间的线束断路或短路故障。

5）部件检查

① 开关点火置OFF位置。

② 测量氧传感器插头的4号电源端子与3号加热器控制端子之间的电阻，规定值应为约9Ω（18～20℃）。电阻是否在规定值范围内？

是→排除PCM和氧传感器之间连接导线连接不良的情况。

否→用良好的、相同型号的氧传感器更换并检查是否正常工作。如果不再出现故障，更换氧传感器。

 208. 如何排除北京现代悦动DTC P0107？

北京现代悦动DTC P0107为MAP（进气歧管绝对压力传感器）故障。其控制线路如图5-98所示。

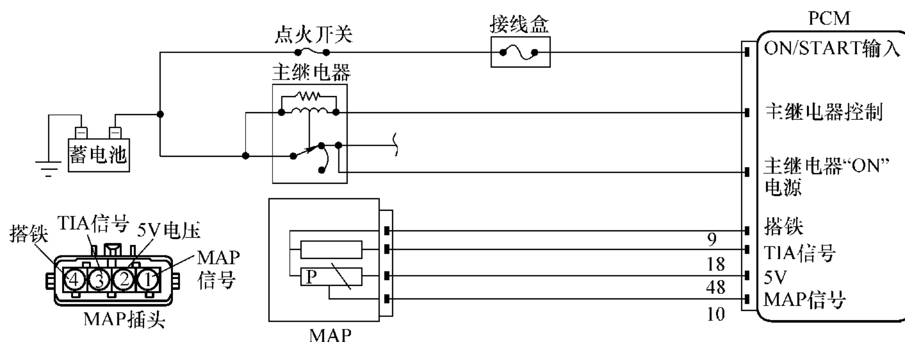


图5-98　MAP控制线路图

1）连接诊断仪并选择"故障码（DTC）"模式。

2）按下F4（DTAL）键，从DTC菜单中选择DTC信息。

3）读取"DTC状态"参数，是否显示DTC P0107（MAP信号控制电路故障）？

是→进行步骤4）。

否→系统为间歇性故障，检查插接器是否松动或连接不良。

4）电源电路检查

① 点火开关置OFF位置。

② 拔下MAP插头。

③ 点火开关置ON位置。

④ 使用万用表测量MAP线束插头2号电源端子和搭铁之间的电压。规定值应约为5V。电压是否在规定值范围内？

是→进行步骤5）。

否→排除MAP线束插头2号电源端子到PCM插头48号端子之间的线束断路或短路故障。

5）检查信号电路

使用万用表测量MAP线束插头1号信号端子和搭铁之间的电压。规定值应约为5V。电



压是否在规定值范围内?

是→进行步骤6)。

否→排除 MAP 线束插头 1 号电源端子到 PCM 插头 10 号端子之间的线束断路或短路故障。

6）部件检查

① 点火开关置 OFF 位置。

② 将 MAP 的信号端子和 TPS 的信号端子连接到示波器。

③ 暖机至正常工作温度。

④ 通过踩下和释放加速踏板测量 MAP 和 TPS 的信号波形。如图 5-99 所示，规定值 MAP 信号应与 TPS 信号成正比。加速期间，MAP 输出电压增加；减速期间，MAP 输出电压减少。波形是否符合规定值?

是→排除 PCM 和 MAP 之间连接导线连接不良情况。

否→用良好的、相同型号的 MAP 更换并检查是否正常工作。如果不再出现故障，更换 MAP。

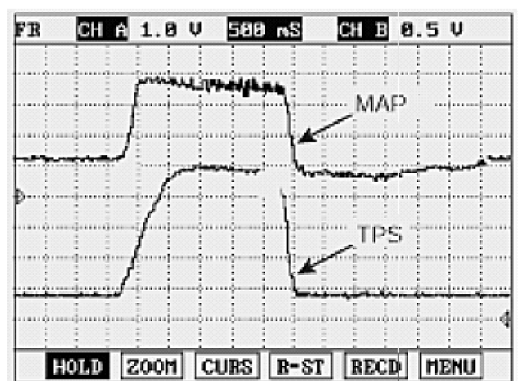


图 5-99　MAP 信号与 TPS 信号标准波形



209. 如何排除北京现代悦动 DTC P0116?

北京现代悦动 DTC P0116 为 ECT（发动机冷却液温度传感器）故障，其控制线路如图 5-100 所示。

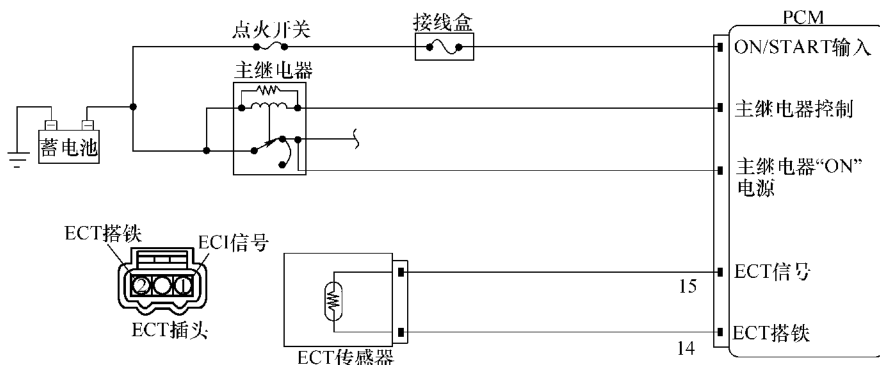


图 5-100　ECT 传感器电路

1）连接诊断仪并选择“故障码（DTC）”模式。

2）按下F4（DTAL）键，从DTC菜单中选择DTC信息。

3）读取“DTC状态”参数，是否显示DTC P0116（发动机冷却液温度传感器输入电压过低或高故障）？

是→进行步骤4）。

否→系统为间歇性故障，检查插接器是否松动或连接不良。

4）读取数据流

使用诊断仪检查怠速状态发动机ECT数据流参数，如图5-101所示。显示是否正常？

是→系统为间歇性故障，检查插接器是否松动或连接不良。

否→进行步骤5）。

数据流		47/61
水温传感器	85	℃
点火时期-气缸4	6.8	°
车速传感器	0	km/h
短期燃油-B1	-1.3	%
长期燃油-B1	0.1	%
燃油量学习-中负荷	0.0	%
A/F闭合回路	CLOSE	
点火闭合时间	2.8	ms
凸轮轴位置	124.9	°
凸轮轴位置-目标	124.9	°

固定 分割 全部 波形 记录 帮助

a) ECT怠速正常温度

数据流		22/61
水温传感器	93	℃
节气门位置传感器	4.7	%
节气门位置学习	8.1	%
发动机转速	600	r/min
蓄电池电压	13.4	V
目标冷却水温	93	℃
进气温度传感器	53	℃
活性碳罐净化阀占空比	1.8	%
燃油蒸发量	0.0	%
燃油持续时间-CYL1	2.5	ms

固定 分割 全部 波形 记录 帮助

b) ECT信号电路故障恒定温度值

图5-101 ECT数据流显示

5）检查ECT传感器

① 点火开关置OFF位置。

② 拔下ECT插头。

③ 用万用表测量传感器线束侧插接器1号端子与2号端子之间的电阻，见表5-5。电阻是否在规定值范围内？

是→排除PCM和ECT之间导线连接不良故障。

否→更换ECT，必要时更换PCM。

表5-5 ECT电阻值

温度	电阻
-20℃	14.1~16.8kΩ
0℃	约5.8kΩ
20℃	2.3~2.6kΩ
40℃	约1.2kΩ
60℃	约0.6kΩ
80℃	约0.3kΩ

第六章　自动变速器电气系统

本章学习要点

1. 熟悉自动变速器档位代号
2. 了解模式选择开关及O/D开关的功用
3. 掌握自动变速器元件的检修方法
4. 掌握自动变速器的试验方法
5. 了解自动变速器换档控制原理
6. 了解自动变速器电控系统的诊断检测方法
7. 掌握典型车型自动变速器故障码排除方法
8. 掌握典型车型自动变速器故障排除方法



背景知识加油站1　自动变速器电气系统基础

一、自动变速器的作用

自动变速器根据行驶阻力的变化，在一定范围内自动地、无级地改变传动比和转矩比。只要踩下加速踏板就可以自动进行换档。

二、自动变速器电气系统组成

以丰田自动变速器为例，自动变速器电气系统由传感器、自动变速器控制单元和执行机构三部分组成，如图6-1所示。

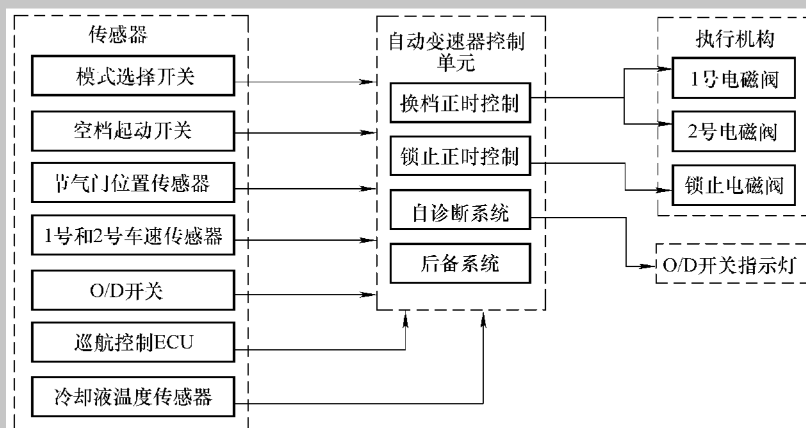


图6-1　自动变速器电气系统组成



210. 自动变速器故障诊断有哪些注意事项?

1）确认自动变速器故障部位。首先驾驶汽车进行路试确认故障现象，对于间歇性故障，必须要经过模拟试验法重现故障后，方可进行维修。

2）读取故障码。使用专用的汽车检测设备读取故障码，若无故障码，则可判断出故障部位不在电控系统而在其他系统。

3）根据自动变速器常见故障进行检查，可以缩小故障范围，减少诊断时间，提高诊断效率。

4）查看执行元件工作流程表，掌握各执行元件在不同档位的工作情况，有利于进行故障诊断。



211. 电子控制变速器有哪些特点?

电子控制变速器特点见表6-1。

表6-1　电子控制变速器特点

特　　点	原　　理
（1）驾驶操作简化，提高了行车安全性	在汽车起步和运行时，自动变速器无需离合器操作和手动换档操作，减少了驾车操作的劳动强度，可使驾驶人集中精力注意路面交通情况，因此，行车的安全性得以提高
（2）提高了发动机和传动系统的使用寿命	由于自动变速器在自动换档过程中无动力中断，换档平稳，减小了发动机和传动系统零件的动载荷；此外，液力变矩器这个“弹性元件”可以吸收动力传递过程中的冲击和动载荷。因此，采用自动变速器的汽车发动机和传动系统零件的寿命比采用机械式变速器的要长
（3）提高了汽车的动力性	自动变速器在起步时，由于液力变矩器可连续自动变矩，可使驱动轮上的牵引力逐渐增加，换档时动力不中断，发动机可维持在一个相对稳定的转速，因此，可使汽车的起步、加速性能提高，汽车的平均车速也可提高
（4）提高了汽车的通过性能	液力变矩器可以在一定的范围内自动变速来适应汽车行驶阻力的变化，在必要时又可自动换档以满足牵引力的需要，因此，显著提高了汽车的通过性能
（5）减少了废气污染	手动换档过程常常伴有供油量急剧变化，发动机转速变化较大的情况，容易导致燃烧不完全，使得发动机废气中有害物质增加。 自动变速器由于有液力传动和自动换档，在换档过程中发动机可保持在稳定的转速，发动机的燃烧条件不会恶化，因此，可减少发动机排放的废气对空气的污染



212. 如何识别自动变速器变速杆上的档位代号?

自动变速器变速杆常见的位置有6个，个别车型也有5个或7个，如本田车系分别为P、R、N、D4 、D3、2、1；丰田车系为P、R、N、D、2、L；欧美部分车型为P、R、N、D、S、L和P、R、N、3、2、L等（车型不同，变速杆有所差异），如图6-2所示。



学习提示：

① P代表驻车档，停车或起动时使用。

② R代表倒车档，直接实现倒档。

③ N代表空档，用于切断发动机动力输出或起动时使用。

④ D表示前进档，处于该档位下变速器会根据速度和节气门情况自动切换档位。

⑤ 2、1或S、L及3、2、L表示运动模式，处于该档位下变速器可以自由换档，但是换档会延迟，使发动机在高转速上保持较长时间，从而使得车辆动力加大，但会造成油耗增加。



图6-2　自动变速器变速杆



213. 如何对自动变速器进行基本检查？

对自动变速器进行基本检查的项目见表6-2。

表6-2　对自动变速器进行基本检查的项目

项　　目	具 体 内 容
（1）检查自动变速器油品质	拨出ATF油尺，用鼻子闻自动变速器油有无烧焦味以及观察颜色是否变黑，若有烧焦味或发黑必须及时更换
（2）检查ATF油位	① 如果ATF油位过低，说明自动变速器油不够，液压控制系统的油压达不到要求，造成自动变速器传动的功率不足 ② 如果ATF油位过高。说明自动变速器油过多，汽车行驶过程中自动变速器内部的旋转部件高速搅动变速器油，在油中产生气泡，从而降低了液压控制系统的油压，降低了变速器传动效率
（3）检查节气门拉索	自动变速器节气门拉索的作用是使液压控制系统的油压与发动机负荷相对应，应检查其拉索调节是否正常
（4）检查变速杆位置是否正常	将变速杆从P位拨到其他各位置同时观察仪表档位指示灯能否显示一致。同时确保只有在P位或N位才能起动发动机，而在其他位置不能起动发动机



214. 电磁式车速传感器的结构与原理如何？

（1）电磁式车速传感器的结构　电磁式车速传感器主要由永久磁铁、电磁感应线圈、转子等组成，其中转子安装在变速器输出轴上，永久磁铁和电磁感应线圈安装在变速器壳体上。

（2）电磁式车速传感器的原理　当输出轴转动，转子也转动，转子与传感器之间的空气间隙发生周期性变化，使电磁感应线圈中磁通量也发生变化，从而产生交流感应电压，并输送给发动机ECU，如图6-3所示。ECU是根据交流感应电压脉冲频率大小计算车速，并以此控制自动变速器的换档。

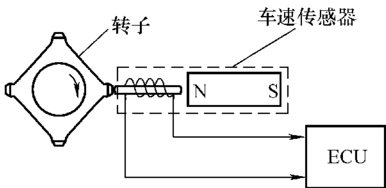


图6-3　车速传感器的原理

知识链接

电磁式车速传感器的检测方法：

① 检查电磁线圈电阻值。关闭点火开关，拔下传感器插头，用万用表测量电磁线圈电阻值，然后对照标准值判断其好坏。

② 模拟动态测试。用万用表的交流电压档测量输出电压，当起动时应高于0.1V，运转时应为0.4~0.8V，此外也可用示波器检测输出信号波形是否完整、连续、光滑等以判断其好坏。



215. 模式选择开关的功用与原理如何？

（1）模式选择开关的功用　模式选择开关是驾驶人选择所需要的行驶或换档模式的开关。大部分车型都具有常规模式（NORM或N）和动力模式（PWR或P），如图6-4所示。此外有些车型还具有经济模式（ECO或E）。

（2）原理　如图6-5所示，当开关接通NORM时，仪表板上的NORM指示灯点亮，此时自动变速器ECU的PWR端子的电压为0V；当开关接通PWR时，仪表板上的PWR指示灯点亮，此时自动变速器ECU的PWR端子的电压为12V。



图6-4　模式选择开关外形

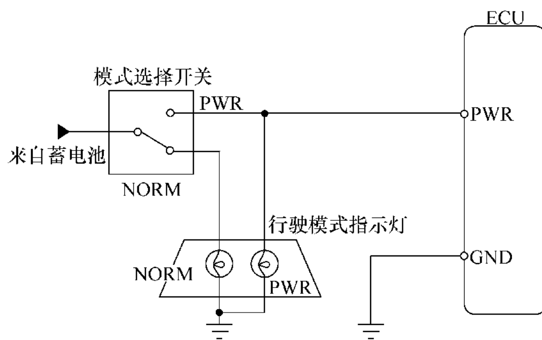


图6-5　模式选择开关线路图



216. O/D开关的功用与原理如何？

（1）O/D开关的功用　O/D开关（超速档开关）一般安装在变速杆上，如图6-6所示。它由驾驶人操作控制，可以使自动变速器有或没有超速档。

（2）O/D开关原理　O/D开关的工作原理，如图6-7所示。

学习提示：当按下O/D开关（ON）时，O/D开关的触点实际为断开，此时ECU的O/D_2端子的电压为12V，自动变速器可以升至超速档，且O/D OFF指示灯不亮；当再次按下O/D开关，O/D开关会弹起（OFF），O/D开关的触点实际为闭合，此时ECU的O/D_2端子的电压为0V，自动变速器不能升至超速档，且O/D OFF指示灯点亮。

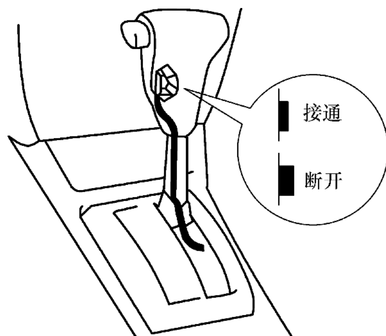


图6-6　O/D开关结构



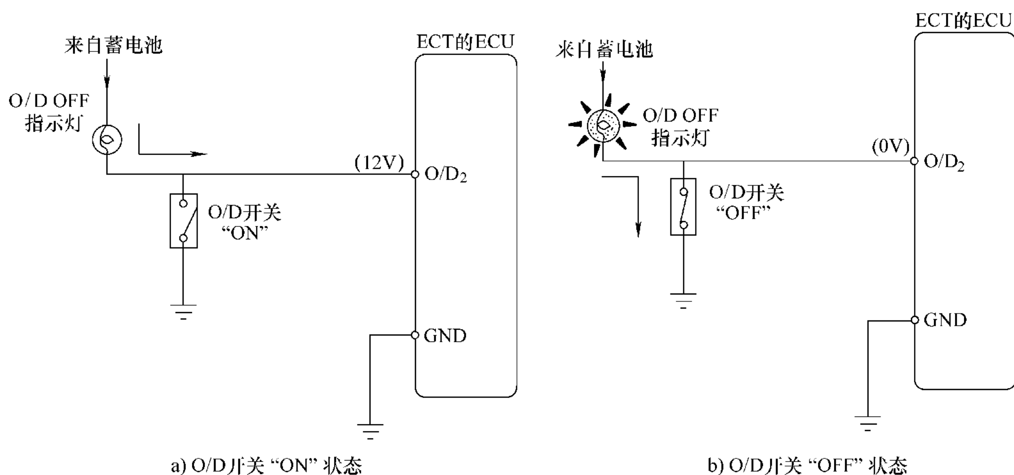


图6-7　O/D 开关工作原理



217. 如何检查自动变速器档位位置？

检查自动变速器档位时将变速杆挂入各档位，同时观察仪表板上档位指示灯的显示，如图6-8 所示。

学习提示：如果显示一致，则自动变速器档位正常；如果不一致，往往将造成挂不进停车档或前进低档，而且在空档和停车档无法起动发动机，必须进行调整。

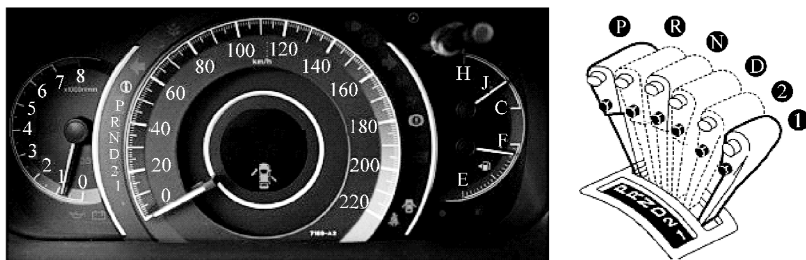


图6-8　自动变速器档位检查



218. 自动变速器电磁阀结构与原理如何？

学习提示：自动变速器电磁阀根据功能的不同可以分为换档电磁阀、锁止离合器电磁阀和油压电磁阀。根据工作原理的不同可以分为开关式电磁阀和占空比式（脉冲线性式）电磁阀。不同的自动变速器使用的电磁阀数量不同，一般为 3～8 个。

（1）开关式电磁阀结构与原理　开关式电磁阀主要由电磁线圈、衔铁、阀芯等组成，如图6-9 所示。

学习提示：当电磁阀通电时，在电磁吸力作用下衔铁和阀芯下移，关闭泄油口，主油压供给到控制油路。当电磁阀断电时，在回位弹簧的作用下衔铁和阀芯上移，打开泄油口，主油压被泄掉，控制油路压力很小。

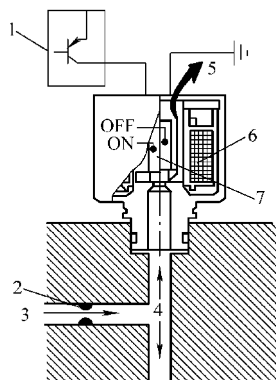


图6-9 开关式电磁阀结构与原理

1—ECU 2—节流口 3—主油路 4—控制油路
5—泄油口 6—电磁线圈 7—衔铁和阀芯

知识链接

开关式电磁阀的功用是开启或关闭液压油路，通常用于控制换档阀和部分车型锁止离合器的工作，工作原理如图6-10所示。

当换档电磁阀断电，阀芯及球阀在回位弹簧作用下升起，主油压不能到达换档阀的左侧，则换档阀处于左端位置，主油压经过换档阀给换档执行元件供油，得到相应的档位，如图6-10a所示。当换档电磁阀通电，电磁吸力使阀芯及球阀下移，主油压经过换档电磁阀到达换档阀的左侧，换档阀右移，主油压到达换档阀后被截止，不能给换档执行元件供油，得到另外的档位，如图6-10b所示。

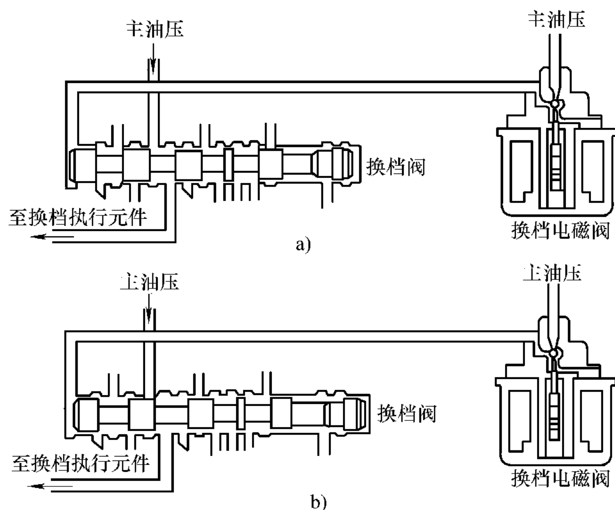


图6-10 换档阀的工作原理

（2）占空比式电磁阀结构与原理　占空比式电磁阀由电磁线圈、滑阀、弹簧等组成，如图6-11所示。电磁阀在脉冲电信号的作用下，不断开启、关闭泄油口。



学习提示：电磁阀一般用于控制油路的油压，有的车型的锁止离合器也采用此种电磁阀控制。

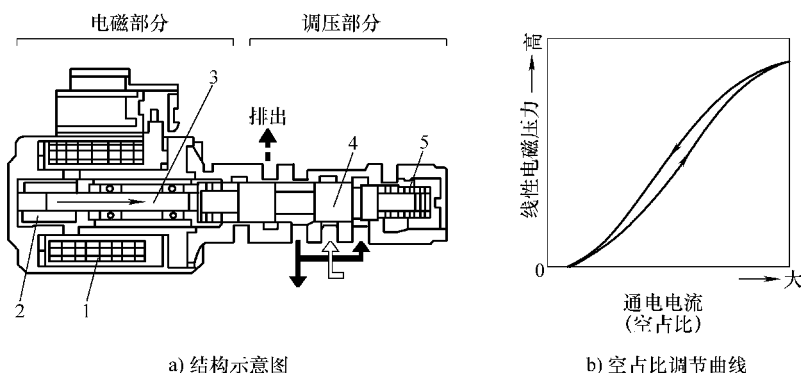


图 6-11　占空比式电磁阀结构与原理
1—电磁线圈　2—滑阀　3—滑阀轴　4—控制阀　5—弹簧



219. 如何检修自动变速器电磁阀？

（1）静态检查　将点火开关置 OFF 位置时，如图 6-12 所示，用万用表的红表笔与电磁阀的 1P 插针相连，黑表笔与电磁阀搭铁来测量其电阻值。

学习提示：若电阻值大于规定值（如丰田 11 ～ 15Ω），说明电磁阀线圈老化；若低于额定值说明线圈匝间短路；若无穷大，说明电磁阀线圈断路，这些情况说明电磁阀已经失效，必须予以更换。

（2）动态检查　如图 6-13 所示，用气枪将一定的气压通过锥形橡胶头施加在电磁阀的工作油孔上，然后使电磁阀反复通断电，观察泄油口处气流的流通变化情况。

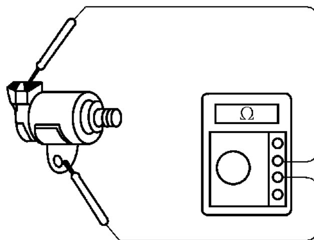


图 6-12　测试电磁阀电阻

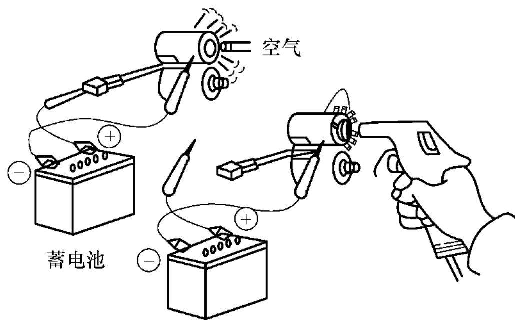


图 6-13　测试电磁阀工作情况



220. 如何调整空档起动开关？

1）松开变速器连杆上的螺母，将控制轴杆向后推至终点。

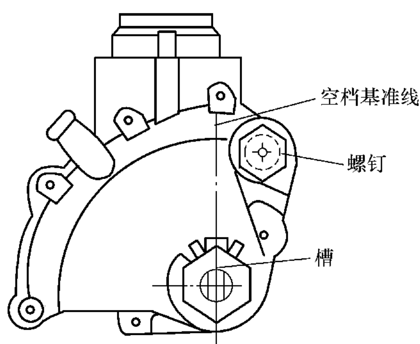


图6-14　调整空档起动开关

2）将控制轴杆退回两个槽口到N位。

3）将变速杆移到N位，如图6-14所示，使空档起动开关槽口对准空档基准线，定住位置并拧紧固定螺钉（力矩为13N·m）。

4）起动发动机，检查变速器各档位是否工作正常，否则应重新调整。

 221. 怎样进行自动变速器失速试验?

自动变速器失速试验如图6-15所示。

1）选择一块宽敞平整的场地，停放好车辆。

2）确保变速器油加注到正确油位。

3）施加驻车制动或脚制动器将四个车轮全部止动。

4）确保空调开关置于OFF位置，然后起动发动机，使变速器油温在50～80℃。

5）用三角木将4只车轮前后均堵住，防止车辆窜动。

6）将变速杆分别处在D位或R位时，猛踩一脚加速踏板，使节气门全开，转速上升至稳定时，记下D位和R位时的发动机最大转速（一般为2200r/min），然后对试验结果进行分析，见表6-3。

学习提示：

① 试验时间每次绝不要超过5s。若进行重复试验，必须间隔3min左右。

② 在D和R位置时，失速转速测试结果应该相同。

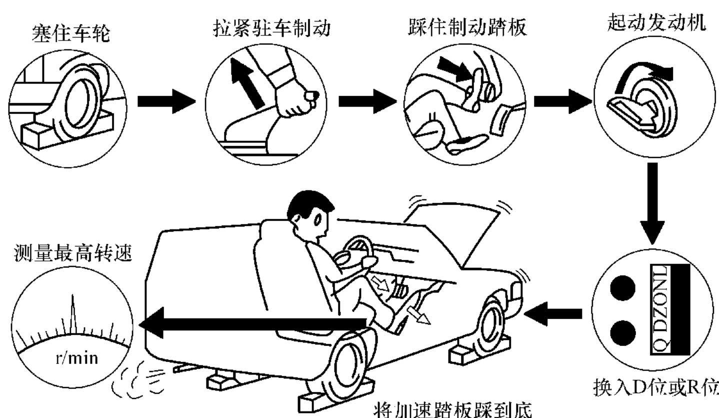


图6-15　失速试验操作示意图

表6-3　失速试验结果评价表

故障现象	故障原因
在D和R位置时，失速转速过高	① ATF泵输出过低； ② ATF滤网堵塞； ③ 调节器阀卡滞； ④ 五档离合器打滑



（续）

故障现象	故障原因
在 R 位置时，失速转速过高	离合器打滑
在 D 和 R 位置时，失速转速过低	① 发动机输出过低； ② 发动机节气门关闭； ③ 变矩器单向离合器打滑



222. 怎样进行时滞试验？

时滞试验的操作如图 6-16 所示。

1）起动发动机，使变速器油温在 50～80℃，然后拉紧驻车制动。

2）保持发动机怠速运转，将档位由 N 位换到 D 位，用秒表记录从拨动变速杆到感觉振动（换档冲击）的时间，时滞时间应小于 1.2s 。

3）仍保持发动机怠速运转，再将变速杆从 N 位换入 R 位，用同样的方法记录延时时间，正常时滞时间应小于 1.5s。

4）根据试验结果进行分析，见表 6-4。

学习提示：

① 时滞试验应在变速器达到正常工作温度时进行。

② 试验应进行三次，两次试验之间应间隔 1min，取三次试验结果的平均值。

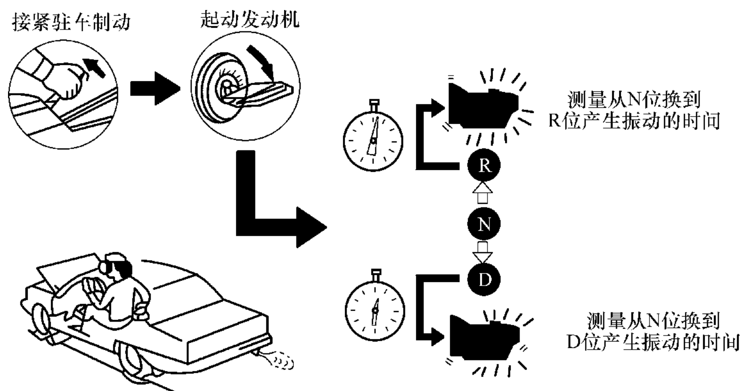


图 6-16　时滞试验操作示意图

表 6-4　时滞试验结果评价表

故障现象	故障原因
从 N 位换到 D 位，时滞时间大于规定值	① 油路中压力过低； ② 前进档离合器磨损严重或损坏； ③ 超速档单向离合器工作不良或损坏
从 N 位换到 R 位，时滞时间大于规定值	① 油路中压力过低； ② 直接档离合器磨损严重或损坏； ③ 一档和倒挡制动器磨损严重或损坏； ④ 超速档单向离合器工作不良或损坏



223. 怎样进行液压试验？

液压试验的操作如图6-17所示。

1）拔下变速器壳体上的检查接头塞，连接好压力表。

2）起动发动机，拉紧驻车制动，在油温50～80℃时检查发动机怠速转速应达到规定值，然后用三角木将4只车轮前后塞住。

3）用左脚压紧制动踏板，变速杆换入D位，并记录下发动机怠速工况时油路压力，然后将加速踏板踩到底，在发动机失速工况时迅速读出油路最高压力。

4）变速杆换入R位重复上述试验。

5）变速器在D位和R位时测量的怠速工况和失速工况时的油压均应符合规定，否则应根据试验结果进行分析，见表6-5。

学习提示：测量控制管路中的油压，用来判断各种泵、阀的工作性能好坏。

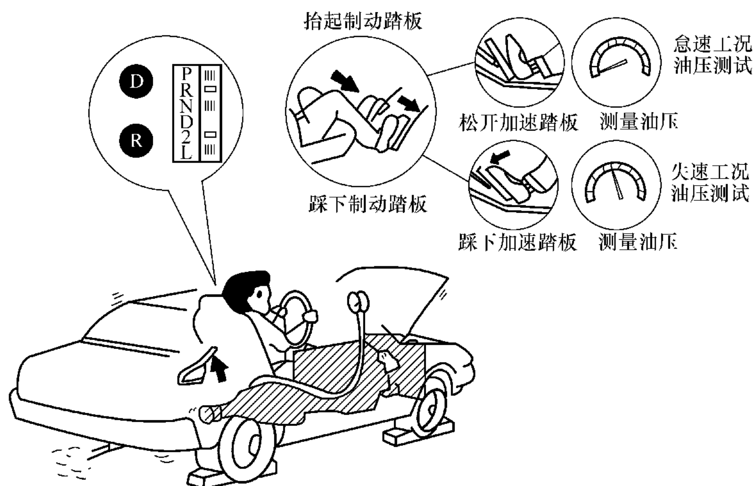


图6-17 液压试验操作示意图

表6-5 液压试验结果评价表

故障现象	故障原因
任何范围液压均高于规定值	① 节气门拉索调整不当或损坏； ② 节气门阀失效或损坏； ③ 调压阀失效或损坏
任何范围液压均低于规定值	① 节气门拉索调整不当或损坏； ② 节气门阀失效或损坏； ③ 调压阀失效或损坏； ④ 油泵失效或损坏； ⑤ O/D档直接离合器损坏
只在D位液压低	① D位油路泄漏； ② 前进档离合器故障
只在R位液压低	① R位油路泄漏； ② 直接档离合器故障； ③ 一档和倒档制动器故障





224. 怎样进行道路试验？

道路试验操作见表 6-6。

表 6-6　道路试验操作表

类　　型	具体操作
（1）道路试验的准备	① 确保发动机冷却液液位正常； ② 确保发动机机油的油位正常； ③ 确保 ATF 油位正常； ④ 使发动机和变速器升高到正常的工作温度
（2）D 位试验	在正常和动力模式下进行，当档位按顺序自动变速，说明工作正常。按自动变速程序，检查 1－2 档和 2－3 档升档情况
（3）“2”位试验	在 2 档运转时，2 档齿轮啮合，松开加速踏板，检查发动机制动的情况。如果没有，则 2 档减速制动有故障。反复踩加速踏板，检查升速（1－2）和降速（2－1）时有无异响等情况
（4）L 位试验	在 L 位运转时，松开加速踏板，检查发动机制动效果。如果没有，则 1 档与倒档制动有故障。反复踩加速踏板，检查变速器是否有不正常的响声等情况
（5）R 位试验	停车后换入 R 位，能迅速倒车，不打滑为正常
（6）P 位试验	车辆在倾斜坡道（斜率 9%）上停车，同时换入 P 位，逐渐地放开驻车制动器操纵杆，检查制动效果，同时为了安全需要预防车辆滑移及溜车

学习提示：进行 D 位试验时，如果不能从 1 档换至 2 档，可能是 2 号电磁阀故障、换档阀故障等。如果不能从 2 档换至 3 档，可能是 1 号电磁阀故障、换档阀故障等。如果不能从 3 档换至超速档，可能是换档阀故障。此外，检查锁止机构，以 O/D 档行驶至锁止离合器接合（约 75km/h），轻轻加一下油，发动机转速表如有跳动，则没有锁止。



背景知识加油站 2　自动变速器控制系统

一、自动变速器 ECU 的作用

ECU 接收各种传感器信号，精确控制自动变速器的换档正时、锁止正时、发动机转矩的控制，同时具有自我诊断功能。

1. 换档正时的控制

在 ECU 的存储器中，已将每一换档位置的最佳换档模式和行驶方式进行预设置。在选定换档方式以后，ECU 根据换档模式、车速及节气门位置信号控制电磁阀，达到控制换档的目的。

2. 超速行驶的控制

若 O/D 开关打开，且变速杆置于 D 位，汽车方可在超速档行驶。ECU 不仅可以控制能否升入超速档，在发动机冷却液温度低于 60℃时，还可以防止自动变速器自动进入超速档。

3. 锁止系统的控制

在ECU的存储器中，已设置了每一种行驶方式下锁止离台器的工作程序。根据这些程序，ECU依据车速信号和节气门位置信号使锁止电磁阀变换状态，从而控制锁止正时。

4. 发动机转矩的控制

当ECU根据所接收的各种信息，判断变速器需要换档时，会发出一个信号，暂时延迟点火时刻，控制发动机转矩，保证换档平顺。

5. 自诊断功能

当自动变速器电控系统出现故障时，ECU可以通过“O/D OFF”指示灯的闪烁，输出故障码，以指示故障位置。

6. 失效保护功能

如果电控系统出现故障，ECU具有电磁阀备用功能和车速传感器备用功能，配以手动换档，能使车辆继续行驶。

二、自动变速器故障诊断

以本田轿车为例，使用本田诊断系统检测仪检查DTC和清除故障码。

1. 检查DTC

1）将HDS连接至DLC。

2）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。确保HDS与PCM通信。如果未通信，则处理DLC电路故障。

3）选择自动变速器（A/T）系统，并读取HDS屏幕上的DTC。

2. 清除故障码

1）将HDS连接至DLC。

2）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

3）清除HDS屏幕上的DTC。



225. 自动变速器换档控制原理如何？

以本田锋范自动变速器为例，其换档控制原理如图6-18所示。

学习提示：汽车行驶过程中，自动变速器根据各种传感器和开关等信号参数来打开或关闭换档电磁阀A、B、C和D，从而打开或关闭通往离合器、制动器的油路，使变速器实现自动升档或降档。



226. 什么是自动变速器失效保护控制？

学习提示：当自动变速器出现故障时，为了尽可能使自动变速器保持最基本的工作能力，以维持汽车行驶，便于汽车进厂维修，电控自动变速器ECU都具有失效保护功能。



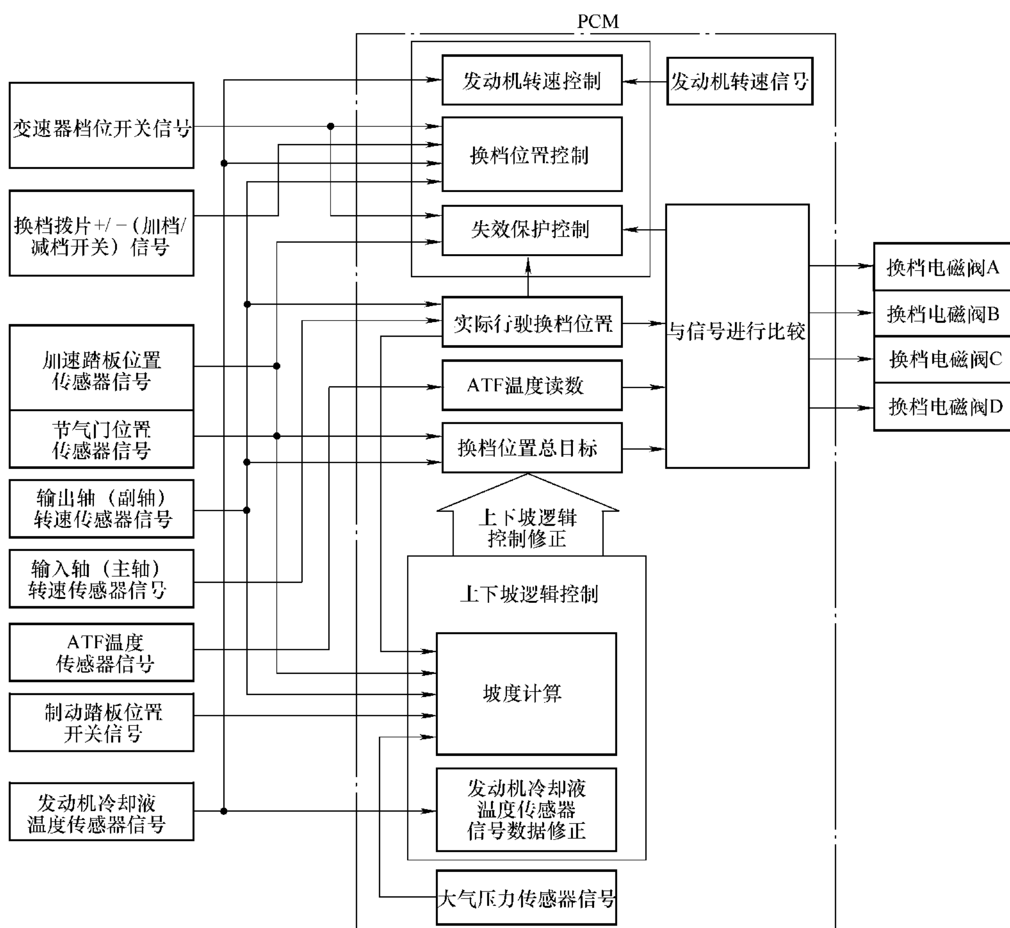


图 6-18　自动变速器换档控制原理

1）节气门位置传感器出现故障时，ECU 根据怠速开关的状态进行控制。

学习提示：当怠速开关断开时（加速踏板被踩下），按节气门开度为 1/2 进行控制；当怠速开关接通时（加速踏板完全放松），按节气门处于全闭状态进行控制。

2）车速传感器出现故障时，电脑不能进行自动换档控制，此时自动变速器的档位由变速杆的位置决定。

学习提示：在 D 位和 2 位时固定为超速档或 3 档，在 L 位时固定为 2 档或 1 档；或不论变速杆在任何前进档位，都固定为 1 档，以保持汽车最基本的行驶能力。

3）发动机冷却液或 ATF 油温度传感器出现故障时，ECU 按温度为 80℃ 的设定进行控制。



227. 自动变速器故障诊断程序是什么？

自动变速器故障诊断程序如图 6-19 所示。

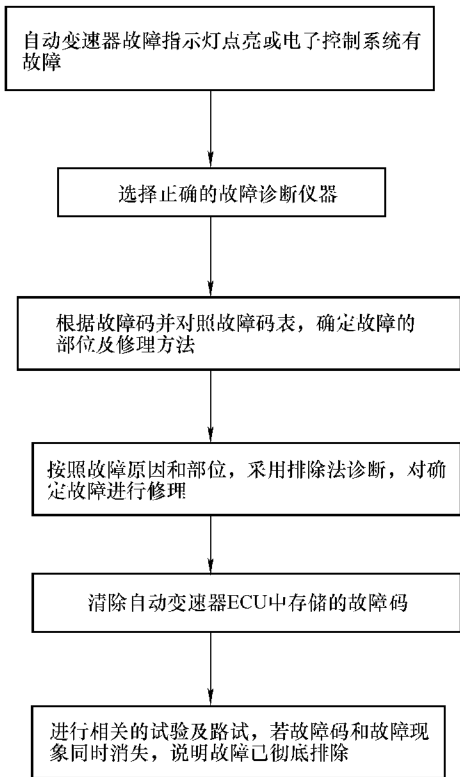


图6-19　自动变速器故障诊断程序

 228. 自动变速器电控系统的诊断检测方法有哪些？

自动变速器电控系统的诊断检测方法见表6-7。

表6-7　自动变速器电控系统的诊断方法

方　　法	具体内容
（1）分清故障部位和性质	自动变速器故障是由机械部分、液压系统或微机控制系统故障引起的，只有分清了故障部位和性质，才能有针对性地去查找故障根源
（2）逐一检查排除	从那些最易于接近的部位、易被忽视的部位开始，然后再深入到实质性故障
（3）充分利用自动变速器的性能试验	通过失速试验、时滞试验、液压试验、道路试验等项目的检测，可以发现自动变速器存在的疑难故障
（4）充分利用电控自动变速器的故障自诊断功能	自动变速器的电控单元（ECU）内部有一个故障自诊断电路，它能在汽车行驶过程中不断地监测自动变速器控制系统各部分的工作情况，并能检测出控制系统中的大部分故障，将故障以故障码的形式记录在ECU中

学习提示： 维修人员可以按照特定的方法将故障码从ECU中读出，为自动变速器控制系统的检修和故障诊断提供依据。





229. 如何排除丰田凯美瑞自动变速器 DTC P0710?

DTC P0710 为自动变速器油温度传感器电路故障，其控制电路如图 6-20 所示。

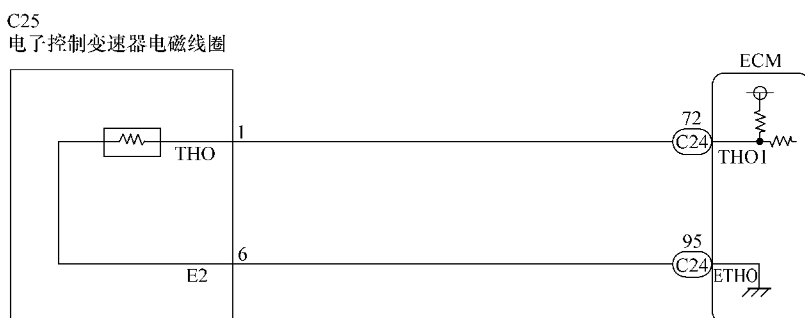


图 6-20 自动变速器油温度传感器控制电路

1）起动发动机使其暖机。

2）关闭点火开关。

3）将智能测试仪连接到 DLC3 上。

4）将点火开关转到 ON 位置。

5）打开测试仪。

6）选择项目“Enter（进入）/ Power train（传动系）/ ECT / Data List（数据表）”。

7）根据测试仪读出 ATF 温度值，当怠速时标准值应为 80℃。显示值是否与规定值相符合?

是→系统为间歇性故障，检查线束插头有无脱落或松动等。

否→进行步骤 8）。

8）检查 ATF 温度传感器

① 从传动桥上断开变速器导线插接器。

② 使用万用表测量 ATF 温度传感器端子 1（THO）—6（E2）的电阻值应为 79Ω ~ 156kΩ。电阻值是否符合规定?

是→进行步骤 9）。

否→更换 ATF 温度传感器。

9）检查 ATF 温度传感器与 ECM 线束

① 将变速器导线插接器连接到传动桥上。

② 断开 ECM 插接器。

③ 使用万用表测量 ECM（C24 – 72）THO1 端子—（C24 – 95）ETHO 端子的电阻值应为 79Ω ~ 156kΩ。电阻值是否符合规定?

是→更换 ECM。

否→排除 ATF 温度传感器与 ECM 线束断路或短路故障。



230. 如何排除丰田凯美瑞自动变速器 DTC P0717?

DTC P0717 为涡轮转速传感器电路无信号故障，其控制电路如图 6-21 所示。

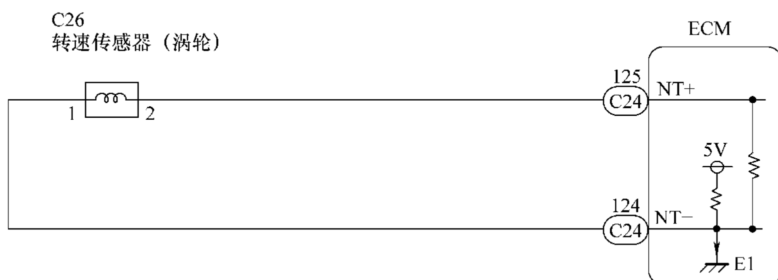


图 6-21　涡轮转速传感器电路

1）关闭点火开关。

2）从传动桥上断开涡轮转速传感器插接器。

3）使用万用表测量涡轮转速传感器端子 1－2 的电阻值应为 560～680Ω。电阻值是否符合规定？

是→进行步骤 4）。

否→更换涡轮转速传感器。

4）连接传感器插接器。

5）断开 ECM 插接器。

6）使用万用表测量 ECM（C24－125）NT＋—（C24－124）NT－电阻值应为 560～680Ω。电阻值是否符合规定？

是→更换 ECM。

否→排除涡轮转速传感器与 ECM 线束断路或短路故障。

231. 如何排除北京现代悦动自动变速器 DTC P0707？

1）将诊断仪连接到诊断插接器（DLC）上。

2）点火开关置 ON 位置但不起动发动机。

3）将变速杆从 P 位移至 L 位，分别监测诊断仪上的“变速器档位开关”参数，如图 6-22 所示。“变速器档位开关”是否符合参考数据流？

是→系统间歇性故障。检查插接器是否存在松动、变形或损坏等情况。

否→进行步骤 4）。

数据流	10/22	
√ 选择杆开关	P、N	
齿轮变速档	P、N、R	
PCSU-C 电磁阀占空比	0.0	%
ON/OFF SOL.(SCSU-A)	OFF	
压力调节电磁阀	65.9	%
油温度	25	℃
齿数比	0	
空调开关	OFF	
刹车开关	OFF	
没有诊断数据	4	

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

a) P/N位显示界面

数据流	10/22	
√ 选择杆开关	R	
齿轮变速档	P、N、R	
PCSU-C 电磁阀占空比	0.0	%
ON/OFF SOL.(SCSU-A)	OFF	
压力调节电磁阀	90.2	%
油温度	27	℃
齿数比	2.5	
空调开关	OFF	
刹车开关	ON	
没有诊断数据	4	

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

b) R位显示界面

图 6-22　档位开关数据流



数据流		10/22
√ 选择杆开关	L	
齿轮变速档	1	
PCSU-C 电磁阀占空比	100.0	%
ON/OFF SOL.(SCSU-A)	OFF	
压力调节电磁阀	90.2	%
油温度	33	℃
齿数比	2.9	
空调开关	OFF	
刹车开关	ON	
没有诊断数据	4	

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

c) L位显示界面

数据流		10/22
√ 选择杆开关	2	
齿轮变速档	2	
PCSU-C 电磁阀占空比	100.0	%
ON/OFF SOL.(SCSU-A)	ON	
压力调节电磁阀	90.2	%
油温度	41	℃
齿数比	1.6	
空调开关	OFF	
刹车开关	OFF	
没有诊断数据	4	

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

d) 2位显示界面

数据流		10/22
√ 选择杆开关	D	
齿轮变速档	3	
PCSU-C 电磁阀占空比	100.0	%
ON/OFF SOL.(SCSU-A)	ON	
压力调节电磁阀	63.9	%
油温度	45	℃
齿数比	1.0	
空调开关	OFF	
刹车开关	OFF	
没有诊断数据	4	

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

e) 3位显示界面

数据流		10/22
√ 选择杆开关	D	
√ 齿轮变速档	4	
PCSU-C 电磁阀占空比	0.0	%
ON/OFF SOL.(SCSU-A)	ON	
压力调节电磁阀	90.2	%
油温度	47	℃
齿数比	0.7	
空调开关	OFF	
刹车开关	OFF	
没有诊断数据	4	

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

f) D位显示界面

图 6-22　档位开关数据流（续）

4）电源电路检查

① 断开“变速器档位开关”插接器插头。

② 点火开关置 ON 位置。

③ 如图 6-23 所示，使用万用表测量档位开关线束插接器各个端子与搭铁之间的电压，规定值见表 6-8。电压是否在规定值范围?

是→进行步骤 5）。

否→排除线束短路故障。

表 6-8　规定值

端　　子	电压值/V
1～7、9～10	0
8	12

5）检查信号电路

① 点火开关置 OFF 位置。

② 拔下“变速器档位开关”和“PCM”插接器插头。

③ 使用万用表测量档位开关与 PCM 对应端子线束是否出现断路或短路的故障?

是→排除线束短路故障。

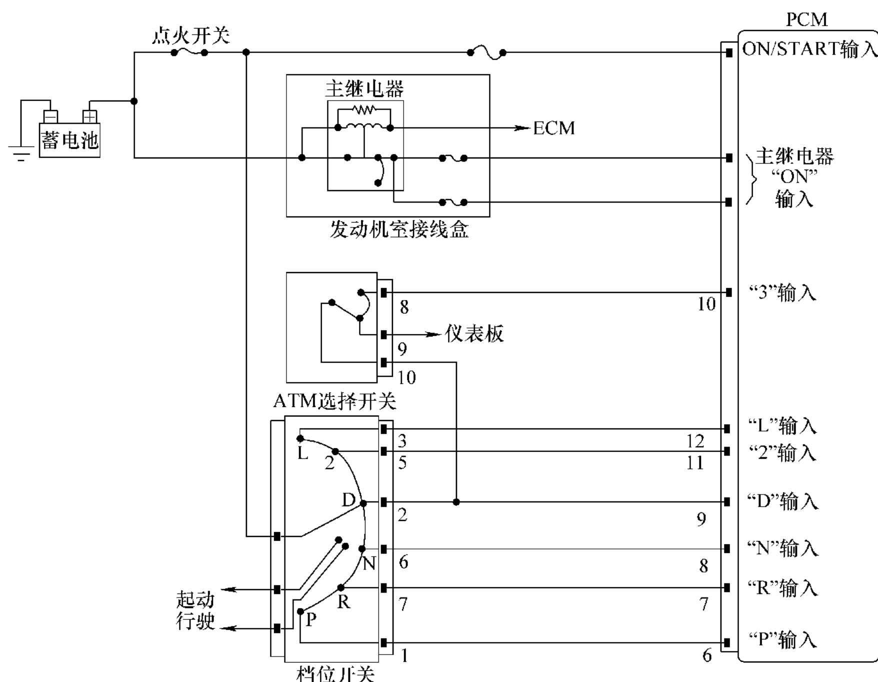


图6-23　变速器档位开关控制电路

否→更换变速器档位开关，必要时使用良好的PCM进行替换检查。若恢复正常，说明PCM损坏，必须更换。

 232. 如何排除北京现代悦动自动变速器DTC P0717？

1）将诊断仪连接到诊断插接器（DLC）上。

2）点火开关置ON位置。

3）以超过30km/h的速度驾驶车辆，用诊断仪监测“输入速度传感器”参数，如图6-24所示。“输入轴速度传感器”是否符合参考数据流？

是→系统间歇性故障。检查插接器是否松动、变形或损坏等情况。

否→进行步骤4）。

4）点火开关置OFF位置。

5）拔下“输入轴速度传感器”插接器插头。

	数据流	9/22	
√	发动机转速	1782	r/min
√	PGA(输入速度)	1873	r/min
√	PGB(输出速度)	796	r/min
√	齿轮变速杆	1	
√	选择杆开关	D	
	ON/OFF SOL.(SCSU-A)	OFF	
	压力调节电磁阀	90.2	%
	油温度	74	℃
	齿数比	1.6	
	空调开关	OFF	

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

图6-24　输入速度传感器数据流

6）点火开关置ON位置。

7）使用万用表分别测量输入轴速度传感器线束插接器插头的3号端子和2号端子与搭铁之间的电压，应为12V，如图6-25所示。电压是否在规定值范围内？

是→进行步骤8）。



否→排除线束断路故障。

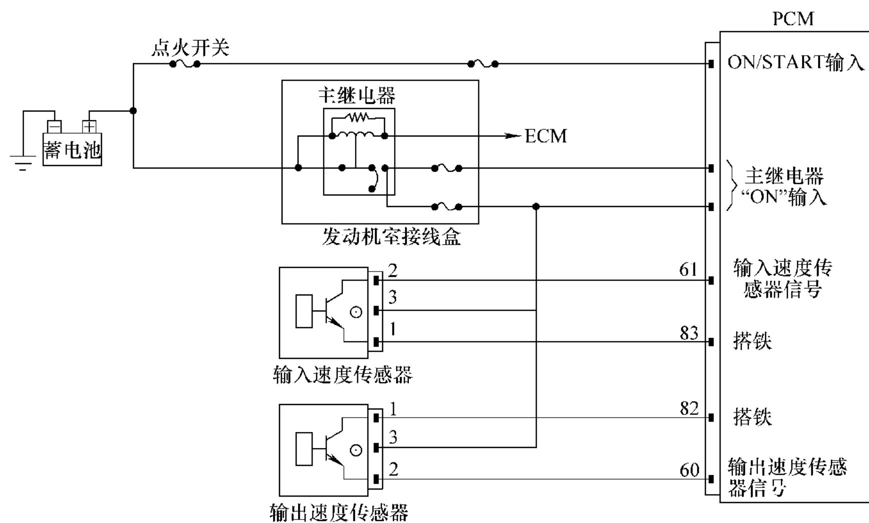


图 6-25　输入速度传感器与输入速度传感器控制电路

8）测量输入轴速度传感器插接器插头的 1 号端子和 PCM 插接器 83 号端子之间的搭铁线是否正常？

是→进行步骤 9）。

否→排除搭铁电路短路故障。

9）点火开关置 OFF 位置，然后拔下“输入轴速度传感器”插接器插头。

10）使用万用表测量输入轴速度传感器的各端子之间的电阻值，是否大于 4MΩ。

是→使用良好的 PCM 进行替换检查，若恢复正常，说明原来 PCM 损坏，应更换新件。

否→更换输入轴速度传感器。



233. 如何排除北京现代悦动自动变速器 DTC P0741？

1）将诊断仪连接到诊断插接器（DLC）上。

2）点火开关置 ON 位置。

3）选择 D 位并驾驶车辆。

4）监测诊断仪上的“液力变矩器（锁止）离合器”参数。如图 6-26 所示，在 DCC 电磁阀占空比 > 30% 状态下，锁止离合器滑移率 < 100r/min 正常。DCC 电磁阀占空比和锁止离合器滑移率是否在正常范围内？

是→系统间歇性故障。检查插接器是否存在松动、变形或损坏等情况。

否→进行步骤 5）。

	数据流		7/22
√	齿轮变速档	4	
√	选择杆开关	D	
√	DCC 电磁阀占空比	39.6	%
√	锁止离合器滑移率	0	r/min
	PG B（输出速度）	3035	r/min
	PCSU-A 电磁阀占空比	100.0	%
	PCSU-B 电磁阀占空比	100.0	%
	PCSU-C 电磁阀占空比	0.0	%
	ON/OFF SOL.（SCSU-A）	ON	
	压力调节电磁阀	60.2	%

固定　分割　全部　波形　记录　帮助

图 6-26　锁止离合器参数

5）检查液力变矩器离合器电磁阀

① 把诊断插接器（DLC）连接到诊断仪上。

② 点火开关置ON位置。

③ 如图6-27所示，选择“A/T电磁阀执行器测试”。执行器测试是否正常？

是→检查自动变速器油压力，必要时重新更换。

否→更换液力变矩器离合器电磁阀（TCC电磁阀）。

执行器	5/6
锁止离合器电磁阀	
驱动时间	5s驱动
检查方法	强制驱动
检查条件	IG.ON/发动机OFF 自动变速器P档位
检查失败!	
开始	停止

图6-27　执行器测试

 234. 如何排除本田锋范自动变速器DTC P0706？

DTC P0706为变速器档位开关断路故障，其控制电路如图6-28所示。

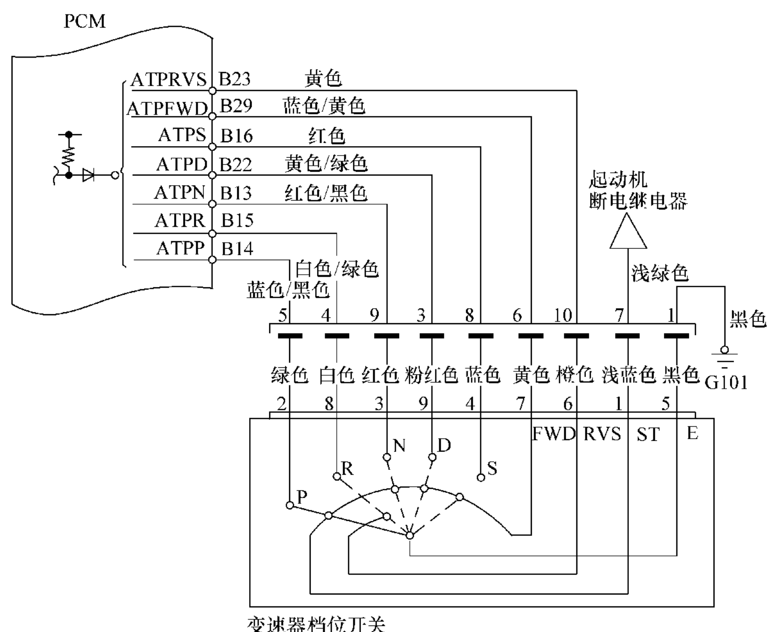


图6-28　自动变速器档位开关控制电路

1）使用HDS清除DTC。

2）起动发动机并等待至少1s。

3）检查并确认DTC P0706再次出现。是否显示DTC P0706？

是→进行步骤4）。

否→间歇性故障。检查变速器档位开关和PCM是否连接不良或端子松动。

4）将点火开关转至LOCK（0）位置。

5）断开变速器档位开关插接器。

6）检查变速器档位开关插接器5号端子和车身搭铁之间是否导通？

是→进行步骤7）。

否→修理变速器档位开关插接器5号端子和搭铁（G101）之间黑色导线的断路故障。



7）将点火开关转至 ON（Ⅱ）位置。

8）测量变速器档位开关插接器 5 号和 7 号端子之间的电压。是否有蓄电池电压？

是→进行步骤 9）。

否→修理变速器档位开关 7 号端子和 PCM 插接器 B29 端子之间线束的断路故障。

9）测量变速器档位开关插接器 5 号和 9 号端子之间是否有蓄电池电压？

是→进行步骤 10）。

否→修理变速器档位开关 9 号端子和 PCM 插接器 B22 端子之间线束的断路故障。

10）测量变速器档位开关插接器 4 号和 5 号端子之间的电压。是否有蓄电池电压？

是→进行步骤 11）。

否→修理变速器档位开关 4 号端子和 PCM 插接器 B16 端子之间线束的断路故障。

11）连接变速器档位开关插接器。

12）使用 HDS 重新检查是否有 DTC。是否显示 DTC P0706？

是→检查变速器档位开关和 PCM 是否连接不良和端子松动。使用良好的 PCM 和变速器档位开关进行替换，并重新检查，必要时将其更换。

否→完成故障排除。



235. 如何排除本田锋范自动变速器 DTC P0713？

DTC P0713 为 ATF 温度传感器断路故障，其控制电路如图 6-29 所示。

1）用 HDS 检查 A/T 数据表中的 ATF 温度传感器电压。ATF 温度传感器是否超过 4.93V？

是→进行步骤 2）。

否→间歇性故障。检查 ATF 温度传感器和 PCM 是否连接不良或端子松动。

2）将点火开关转至 LOCK（0）位置。

3）断开换档电磁阀盖的换档电磁阀线束插接器。

4）将点火开关转至 ON（Ⅱ）位置。

5）使用万用表测量换档电磁阀线束插接器 6 号端子和车身搭铁之间是否约为 5V？

是→进行步骤 6）。

否→进行步骤 7）。

6）测量换档电磁阀线束插接器 6 号和 7 号端子之间电压是否约为 5V？

是→更换 ATF 温度传感器。

否→修理 PCM 插接器 B34 号端子和换档电磁阀线束 7 号端子之间的绿色/黄色导线的断路故障。

7）将点火开关转至 LOCK（0）位置，然后断开 PCM 插接器 B（49 针）。

8）检查 PCM 插接器端子 B28 和换档电磁阀线束插接器 6 号端子之间是否导通。是否导通？

是→线路正常，使用良好的 PCM 进行替换检查，必要时更换 PCM。

否→修理 PCM 插接器端子 B28 和换档电磁阀线束 6 号端子之间的红色/黄色导线的断路故障。

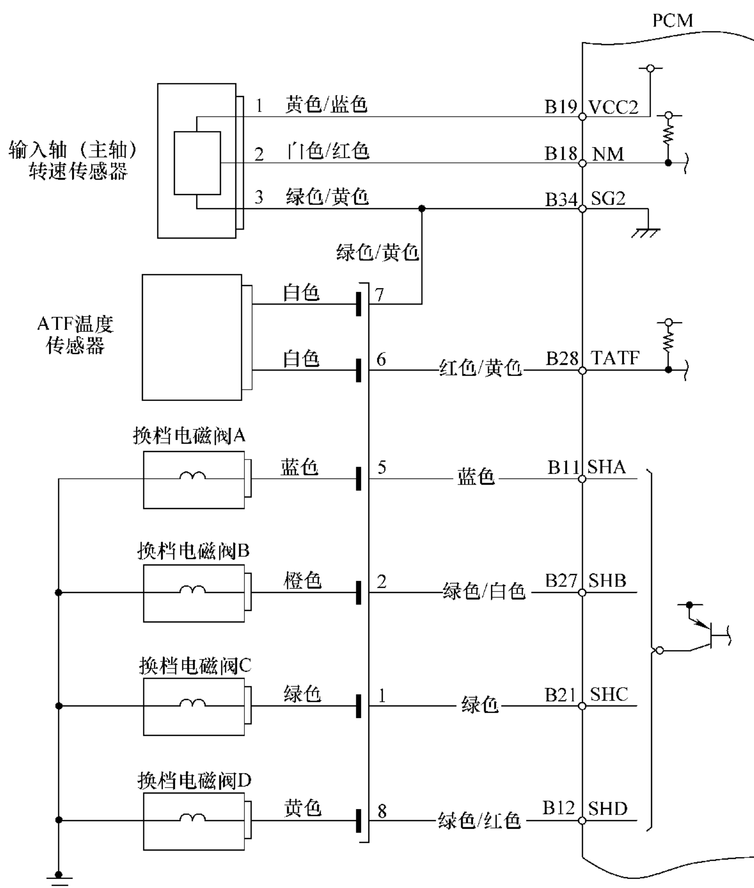


图6-29 换档电磁阀线束图

 236. 如何排除本田锋范自动变速器DTC P0962？

DTC P0962为A/T离合器压力控制电磁阀A断路或短路故障，其控制电路如图6-30所示。

1）使用HDS清除DTC。

2）起动发动机并等待至少1s。

3）检查并确认DTC P0962再次出现。是否显示DTC P0962？

是→进行步骤4）。

否→间歇性故障。检查A/T离合器压力控制电磁阀A和PCM是否连接不良或端子松动。

4）将点火开关转至LOCK（0）位置。

5）断开A/T离合器压力控制电磁阀A插接器。

6）测量A/T离合器压力控制电磁阀A插接器1号端子和2号端子之间的电阻是否为3～10Ω。

是→进行步骤6）。

否→更换A/T离合器压力控制电磁阀A。



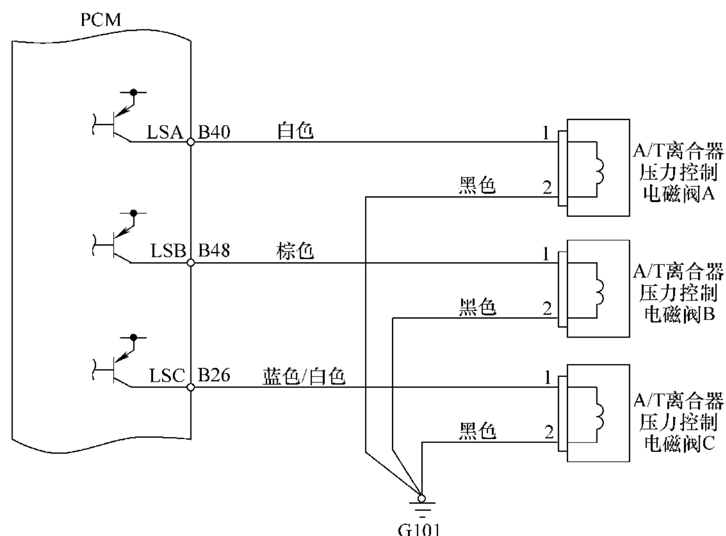


图 6-30　A/T 离合器压力控制电磁阀电路

7）检查 A/T 离合器压力控制电磁阀 A 插接器 2 号端子和车身搭铁之间是否导通。

是→进行步骤 7）。

否→修理 A/T 离合器压力控制电磁阀 A 和车身搭铁（G101）之间线束的断路或修理车身搭铁不良（G101）故障。

8）断开 PCM 插接器 B（49 针）。

9）检查 PCM 插接器 B40 端子和 A/T 离合器压力控制电磁阀 A 插接器 1 号端子之间是否导通。

是→进行步骤 9）。

否→修理 PCM 插接器端子 B40 和 A/T 离合器压力控制电磁阀 A 之间白色导线的断路故障。

10）检查 A/T 离合器压力控制电磁阀 A 插接器 1 号端子和车身搭铁之间是否导通。

是→修理 PCM 插接器端子 B40 和 A/T 离合器压力控制电磁阀 A 之间白色导线的短路故障。

否→线路正常，使用良好的 PCM 进行替换检查，必要时更换 PCM。



237. 如何排除自动变速器换档冲击大故障？

自动变速器换档冲击大故障的排除方法见表 6-9。

表 6-9　自动变速器换档冲击大故障排除方法

检查项目	具体操作
（1）检查发动机怠速	自动变速器汽车的发动机怠速一般为 750r/min 左右。若怠速过高，应排除怠速过高故障
（2）检查节气门控制信号	使用故障诊断仪测试节气门位置传感器工作情况。如不符合标准，应重新予以调整

（续）

检查项目	具体操作
（3）泄漏检查	检查真空式节气门阀的真空软管。如有破裂，应更换；如有松脱，应接牢
（4）做道路试验	如果有升档过迟的现象，则说明换档冲击大的故障是升档过迟所致。如果在升档之前发动机转速异常升高，导致在升档的瞬间有较大的换档冲击，则说明离合器或制动器打滑，应分解自动变速器，予以修理
（5）检测主油路油压	如果怠速时的主油路油压过高，则说明主油路调压阀或节气门阀有故障；可能是调压弹簧的预紧力过大或阀芯卡滞所致；如果怠速时主油路油压正常，但起步进档时有较大的冲击，则说明前进离合器或倒档及高档离合器的进油单向阀阀球损坏或漏装。对此，应拆卸阀板，予以修理
（5）检测执行器工作情况	电子控制自动变速器如果出现换档冲击过大的故障，应检查油压电磁阀的线路以及油压电磁阀工作是否正常、ECU是否在换档的瞬间向油压电磁阀发出控制信号等情况，若有异常将其更换



238. 如何排除自动变速器频繁换档故障？

自动变速器频繁换档故障诊断程序见表6-10。

表6-10　自动变速器频繁换档诊断程序

步　　骤	具体操作
（1）查询故障码	首先进行故障自诊断，如有故障码出现，按所显示的故障码查找故障原因
（2）检查相关自动变速器工作的传感器	测量节气门位置传感器、车速传感器等，如有异常，应更换
（3）查找线路故障	检查控制系统电路各条搭铁线的搭铁状态。如有搭铁不良现象，应予以修复，必要时更换控制系统电路线束
（4）检查阀板以及换档电磁阀	检查阀板以及各个换档电磁阀线束接头的连接情况。如有异常，应予以修复
（5）检查ECU	检查ECU各接线脚的工作电压。如有异常，应予以修复或更换，必要时更换ECU



239. 如何排除自动变速器不能升档故障？

自动变速器不能升档故障诊断程序见表6-11。

表6-11　自动变速器不能升档故障诊断程序

步　　骤	具体操作
（1）查询故障码	首先进行故障自诊断，按所显示的故障码查找故障原因
（2）检查相关自动变速器工作的传感器	测量节气门位置传感器、车速传感器等。如有损坏，应予以更换
（3）检查档位开关的信号	检查档位开关如有异常，应予以调整或更换
（4）测量调速器油压	若车速升高后调速器油压仍为0或很低，说明调速器有故障或调速器油路严重泄漏，应拆检调速器 **学习提示：**调速器阀芯如有卡滞，应分解清洗，并将阀芯和阀孔用金相砂纸抛光。若清洗抛光后仍有卡滞，应更换调速器。



（续）

步　　骤	具 体 操 作
（5）检查阀板以及各个换档阀	拆卸阀板，检查各个换档阀。换档阀如有卡滞，可将阀芯取出，用金相砂纸抛光，再清洗后装入。如不能修复，应更换阀板
（6）分解自动变速器	分解检查各个换档执行元件有无打滑，用压缩空气检查各个离合器、制动器油路或活塞有无泄漏



240. 如何排除自动变速器升档过迟故障？

自动变速器升档过迟诊断程序见表6-12。

表6-12　自动变速器升档过迟故障诊断程序

步　　骤	具 体 操 作
（1）查询故障码	首先进行故障自诊断，按所显示的故障码查找故障原因
（2）检查相关自动变速器工作的传感器	测量节气门位置传感器、车速传感器等。如有损坏，应予以更换
（3）检查档位开关的信号	检查档位开关，如有异常，应予以调整或更换
（4）检查强制降档开关	检查强制降档开关，如有短路，应予以修复或更换
（5）测量怠速时主油路油压	测量怠速时的主油路油压，并与标准值进行比较。若油压太高，应通过节气门拉索或节气门位置传感器予以调整 **维修注意**：采用真空式节气门阀的自动变速器，应采用减少节气门阀推杆长度的方法予以调整。若调整无效，应拆检主油路调压阀或节气门阀。
（6）测量工作时主油路油压	用举升器将汽车升起，让驱动轮悬空，然后起动发动机，挂上前进档，让自动变速器运转，同时测量调速器油压 **学习提示**：调速器油压应能随车速的升高而增大。将不同转速下测得的调速器油压与维修手册上的标准值进行比较。若油压值低于标准值，说明调速器有故障或调速器油路有泄漏。对此，应拆卸自动变速器，检查调速器固定螺栓有无松动、调速器油路上的各处密封圈或密封环有无磨损漏油、调速器阀芯有无卡滞或磨损过甚、调速弹簧是否太硬。
（7）检查阀板以及各个换档阀	拆卸阀板，检查各个换档阀。换档阀如有卡滞，可将阀芯取出，用金相砂纸抛光，再清洗后装入。如不能修复，应更换阀板



241. 如何排除自动变速器无前进档故障？

自动变速器无前进档故障诊断程序见表6-13。

表6-13 自动变速器无前进档故障诊断程序

步　骤	具体操作
（1）查询操纵手柄	检查操纵手柄的调整情况。如有异常，应按规定程序重新调整
（2）测量前进档主油路油压	若油压过低，说明主油路严重泄漏，应拆检自动变速器，更换前进档油路上各处的密封圈和密封环
	若前进档的主油路油压正常，应拆检前进离合器。如摩擦片表面粉末冶金层有烧焦或磨损过甚，应更换摩擦片
	若主油路油压和前进离合器均正常，则应拆检前进单向超越离合器，按照所述方法检查前进单向超越离合器的安装方向是否正确以及有无打滑。如有装反，应重新安装；如有打滑，应更换新件



242. 如何排除自动变速器无超速档故障？

自动变速器无超速档故障诊断程序见表6-14。

表6-14 自动变速器无超速档故障诊断程序

步　骤	具体操作
（1）查询故障码	首先进行故障自诊断，按所显示的故障代码查找故障原因
（2）检查相关自动变速器工作的传感器	测量节气门位置传感器、车速传感器等。如有损坏，应予以更换
（3）检查液压油温度传感器	检查液压油温度传感器在不同温度下的电阻值，并与标准值进行比较。如有异常，应更换液压油温度传感器
（4）检查档位开关	检查档位开关显示，应和操纵手柄的位置相符 **学习提示：**节气门位置传感器的电阻或输出电压应能随节气门的开大而上升，并与标准相符。如有异常，应予以调整。若调整无效，应更换档位开关或节气门位置传感器。
（5）检查超速档开关	在ON位置时，超速档开关的触点应断开，超速指示灯不亮；在OFF位置时，超速档开关的触点应闭合，超速指示灯亮起。如有异常，应检查电路或更换超速档开关

第七章　空 调 系 统

本章学习要点

1. 了解空调系统组成
2. 熟悉制冷系统组成与工作
3. 了解冷冻润滑油性能
4. 掌握空调制冷性能测试的方法
5. 掌握压缩机结构、工作原理及检查方法
6. 掌握空调主要部件的故障排除方法
7. 掌握“听”“看”“摸”的方式并能对空调机工作情况进行判断
8. 掌握充注制冷剂的 3 种方法
9. 熟悉制冷系统压力异常的排除方法
10. 了解卤素灯检漏仪及电子检漏仪的结构及工作原理
11. 了解空调系统的制冷剂回收装置及汽车空调真空泵结构及工作原理
12. 了解歧管压力表及汽车空调冷媒管路清洗机结构及工作原理
13. 掌握典型汽车空调系统电路及故障码排除方法



背景知识加油站 1　汽车空调的基础知识

一、汽车空调系统特点

汽车空调系统的主要特点如下:

1）汽车空调安装在运动中的车辆上，承受剧烈和频繁的振动和冲击。汽车空调因制冷剂泄漏而引起的故障约占全部故障的 80%，而且泄漏频率很高。

2）空调系统所需的动力来自发动机，耗油量平均增加 10% ~20%，发动机的输出功率减少 10% ~12%。

3）要求汽车的制冷制热能力大。

4）汽车空调结构紧凑，安装位置局限性强，如各种车型蒸发箱布置差别较大。

5）汽车空调的制暖方式较特殊，是利用发动机冷却液余热达到暖风的目的。

二、汽车空调系统功能

空调即空气调节，即在封闭的空间内，对车内温度、车内湿度进行控制，同时也对车内气流速度和车内空气净化度进行调节。

1. 车内温度

在夏季，人感到最舒适的温度是22～28℃，在冬季则是16～18℃，主要靠制冷装置和暖风装置进行调节。

2. 车内湿度

湿度是指空气中水蒸气的含量多少，而人觉得最舒适的相对湿度夏季是50%～60%，冬季则是40%～50%，目前只有高级轿车才能对车内湿度进行调节。

3. 车内气流速度

空气的流速和方向主要通过空调模式控制开关进行调节，在自动空调系统中最为常见，一般车内气流速度在0.2m/s以内，并且以低速变动为佳。

4. 车内空气净化度

一般空调系统的进风口都安装有空气净化装置，主要是避免全封闭空间的空气缺氧和二氧化碳浓度过高。



243. 空调系统由哪些部分组成？

空调系统主要由制冷系统、暖风系统、通风系统、空气净化装置和控制系统五大部分组成，具体元件如图7-1所示。

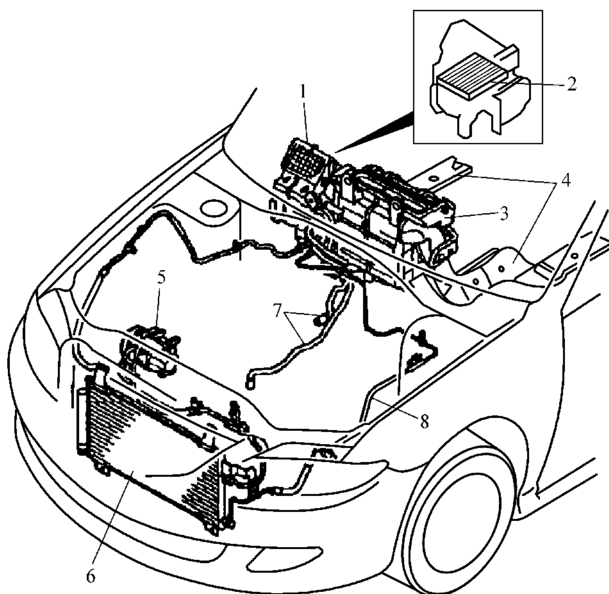


图7-1 马自达M6空调系统元件位置

1—鼓风机总成 2—空气滤清器 3—空调总成 4—后加热管路
5—空调压缩机 6—冷凝器 7—暖风水管 8—制冷剂管路



244. 制冷系统由哪些部件组成？

制冷系统一般由压缩机、冷凝器、储液干燥器、节流装置（膨胀阀或膨胀管）和蒸发器等部件组成，如图7-2所示。



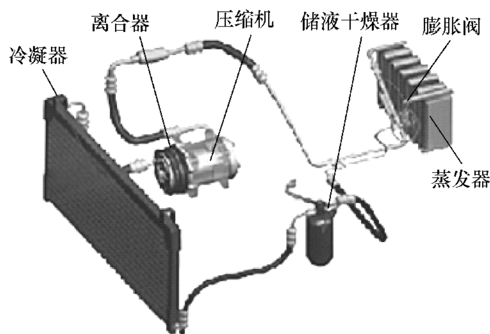


图 7-2 制冷系统结构示意图



245. 制冷系统是如何工作的？

制冷系统工作时形成一个完整的“压缩－冷凝－节流－蒸发－压缩”制冷循环，如图 7-3 所示。

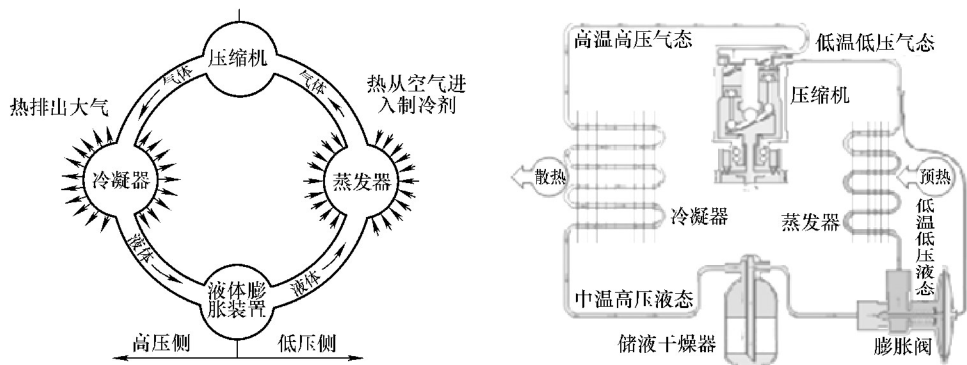


图 7-3 制冷系统工作示意图

学习提示：压缩机将低温低压的制冷剂进行压缩，成为高温高压的气体，在冷凝器里面向空气散热，成为中温高压的液体，经过节流部件节流，成为低压低温的液体，在蒸发器里面蒸发成为低温低压的气体，然后再回到压缩机。



246. 冷冻润滑油的性能有哪些要求？

为保证其压缩机正常润滑工作，对冷冻润滑油性能有一定要求，见表 7-1。

表 7-1 冷冻润滑油性能

技能指标	要求
凝固点	冷冻润滑油的凝固点要低，在低温下具有良好的流动性
粘度	冷冻润滑油应具有一定的粘度，且受温度的影响要小
溶解性	冷冻润滑油与制冷剂的溶解性能要好
闪点	冷冻润滑油的闪点温度要高，具有较高的热稳定性，即在高温下不氧化、不分解、不结胶、不积炭
挥发性	冷冻润滑油应不易挥发
稳定性	冷冻润滑油的化学性质要稳定
水分含量	冷冻润滑油应无水分

247. 什么是汽车自动空调？

汽车自动空调是指空调系统由计算机控制，可以对车内空气的温度、湿度、清洁度、风量和风向等进行自动调节，保证在各种外界气候和条件下使乘客都处于一个舒适的空气环境中，而且还能进行故障检测。

知识链接

自动空调控制系统由以下四部分组成：

① 传感器部分，专门负责温度信息反馈。

②“控制中枢”系统，也就是空调器控制部件ECU。

③ 控制部件，包括空调系统冷凝器电动机、鼓风机、混合气流电动机等。

④ 自检及报警部分，实现空调自诊断。

248. 如何测试空调制冷性能？

（1）用玻璃温度计和干湿球温度计测试

1）将R－134a制冷剂回收/再循环/充注设备与高压维修接口和低压维修接口相连接。

2）将干、湿球温度计放在冷气系统进风口处，把玻璃棒温度计放中央通风口位置，如图7-4所示。

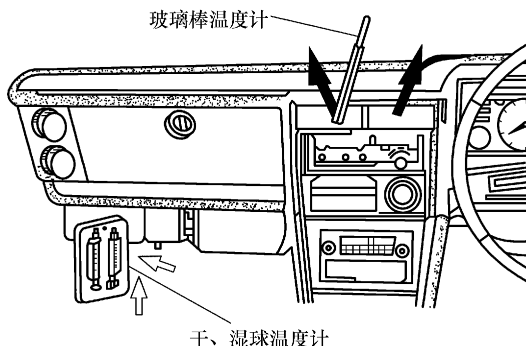


图7-4 测定相对湿度和空气温度

3）起动发动机，并在其预热后使其以1500r/min的恒定速度运转，打开A/C开关，将鼓风机转速设置为“MAX HI”并将温度控制开关设置在最冷（COOL）位置，关上所有门窗，等待直至空调输出温度趋于稳定，读取玻璃棒温度计测得的送风温度、干湿球温度计测得的进气温度以及空调（A/C）仪表测得的系统高压和低压值。

4）记录送风/进气温度，并对照送风/进气温度图进行评价，如图7-5所示。送风温度与进气温度在阴影区域交叉为正常，若超出此区域说明制冷性能不良，应进一步检测。

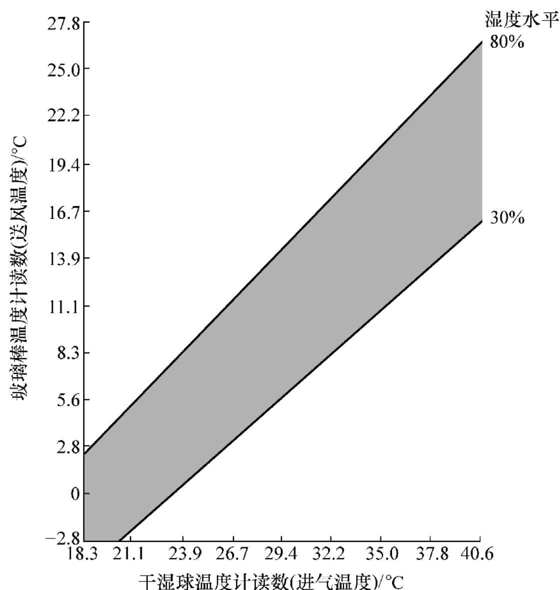


图7-5 送风/进气温度图

5）记录高压侧压力/进气温度，并对高压侧压力/进气温度图进行评价，如图7-6所示。高压侧压力与周围空气温度在



阴影区域交叉为正常，若超出此区域说明制冷性能不良，应进一步检测。

6）记录低压侧压力/进气温度，并对低压侧压力/进气温度图进行评价，如图 7-7 所示。低压侧压力与周围空气温度在阴影区域交叉为正常，若超出此区域说明制冷性能不良，应进一步检测。

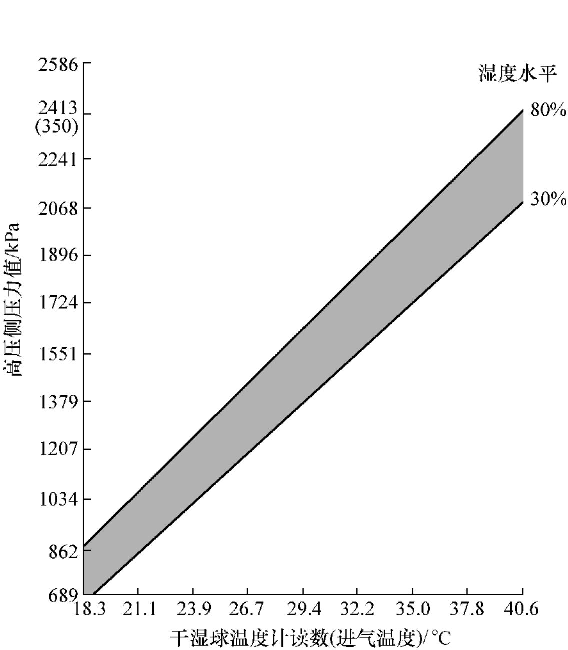


图 7-6　高压侧压力/进气温度图

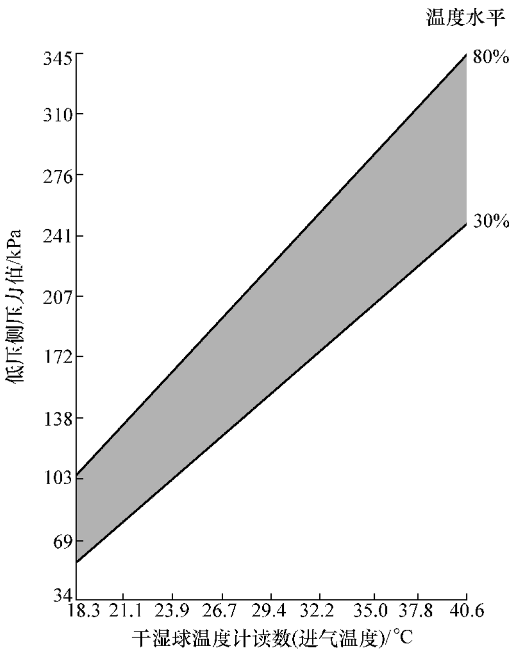


图 7-7　低压侧压力/进气温度图

（2）用压力表组测试

1）将压力表组的高、低压两侧分别接在压缩机的两检修阀或高、低压管路的充气阀和排气阀上。

2）发动机预热后，在下列特定条件下，从压力表组读取压力值（由于环境的影响，表上指示值可能有轻微的变化）：将开关设定在内循环状态、空气进口处温度为 30～35℃、发动机在 1500r/min 转速下运转、鼓风机转速控制开关位于最高档、温度控制开关处于最冷位置。

3）空调系统高、低压侧压力值见表 7-2。如果压力太高或太低，说明系统存在故障。

表 7-2　空调系统压力评价表

空调类型	标准值/kPa
R134a	低压侧为 150～250
	高压侧为 1370～1570
R12	低压侧为 150～200
	高压侧为 1450～1500



背景知识加油站2　汽车空调制冷系统

一、汽车空调制冷系统布置

以马自达轿车为例，主要汽车空调部件的布置如图7-8所示。

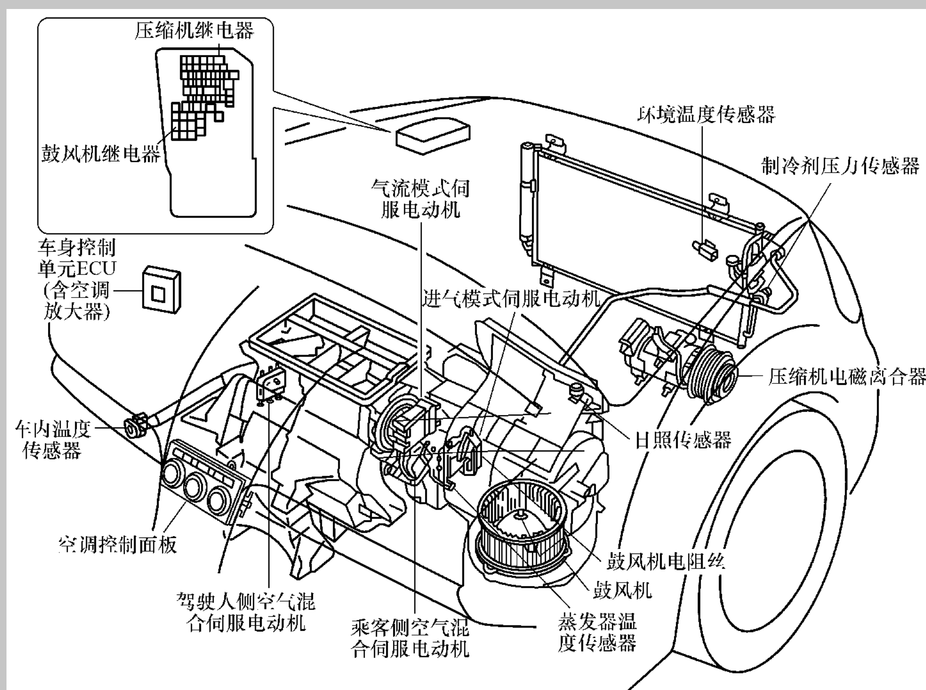


图7-8　汽车空调部件布置

二、自动空调制冷系统控制原理

车身控制单元ECU根据制冷剂压力传感器、环境温度传感器和车内温度传感器的输入，计算出一个代表驾驶人需要得到的制冷控制程序，根据此程序确定气流模式、鼓风机转速、混合伺服电动机风门开度等控制方式。



249. 压缩机的结构和工作原理如何？

学习提示：压缩机的形式主要有曲轴连杆式压缩机、翘板活塞压缩机、回转斜盘活塞压缩机、旋转叶片压缩机等。

（1）曲轴连杆式压缩机

1）结构。曲轴连杆式压缩机主要由曲柄连杆机构，进、排阀气阀，润滑机构和曲轴密封机构等组成，如图7-9所示。



2）工作原理。当活塞向下运动时，从制冷系统中的蒸发器吸进制冷剂蒸气；活塞向上运动时，压缩制冷剂蒸气至冷凝器，如图7-10所示。

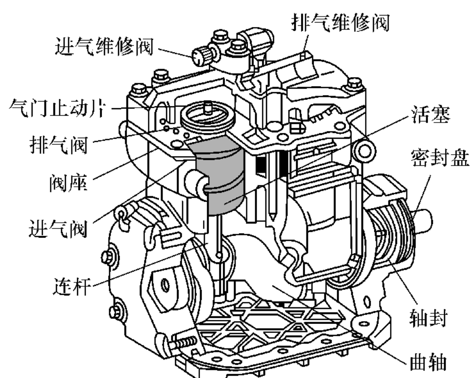


图7-9 曲轴连杆式压缩机结构

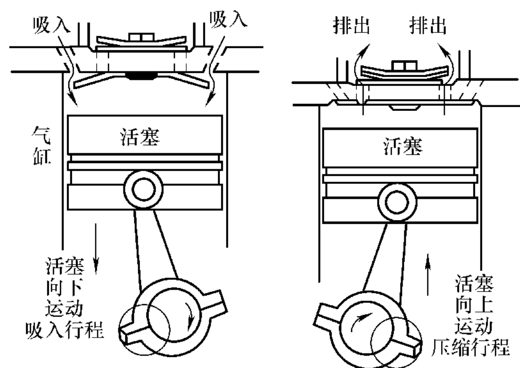


图7-10 曲轴连杆式压缩机工作原理

（2）翘板活塞压缩机

1）结构。翘板活塞压缩机的气缸上装有进、排气阀，随活塞在气缸内的往复运动，依次进行吸气和压缩行程，其结构如图7-11所示。

2）工作原理。各气缸以压缩机轴线为中心布置，活塞和翘板用连杆相连。翘板齿轮中心有一钢球定位，并把翘板支承起来使其沿圆周方向摆动。工作时，翘板的任何一边被向后推动，相对的另一边就向前移动，每个活塞依次进行压缩和吸气行程，如图7-12所示。

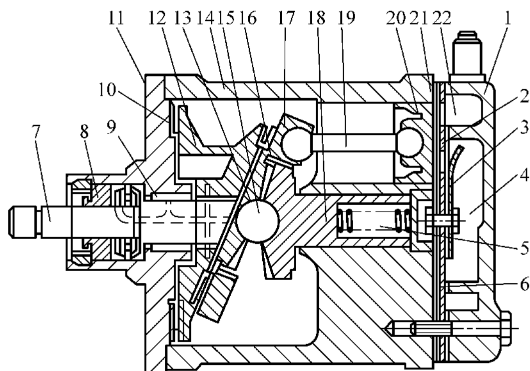


图7-11 翘板活塞压缩机结构

1—后盖 2—阀门板 3—排气阀 4—排气腔 5—弹簧 6—后盖缸垫 7—主轴 8—轴封总成 9—滑动轴承 10—端面滚柱轴承 11—前缸盖 12—斜盘 13—防转齿轮 14—缸体 15—定位钢球 16—翘板滚柱轴承 17—翘板 18—防转齿轮 19—连杆 20—活塞 21—阀门板垫 22—吸气腔

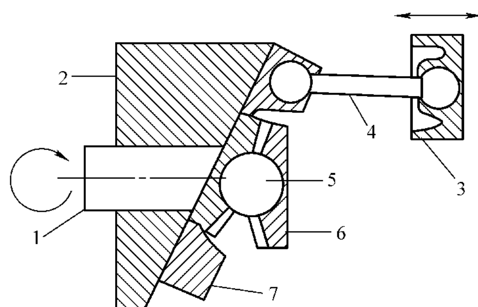


图7-12 翘板活塞压缩机工作原理

1—压缩机主轴 2—转子（端面凸轮） 3—活塞 4—连杆 5—支承钢球 6—防转锥齿轮对 7—翘板

（3）回转斜盘活塞压缩机

1）结构。回转斜盘式压缩机的结构如图7-13所示，它主要由气缸、前缸盖、后缸盖、

前阀门板、后阀门板、主轴、斜盘和活塞等组成。

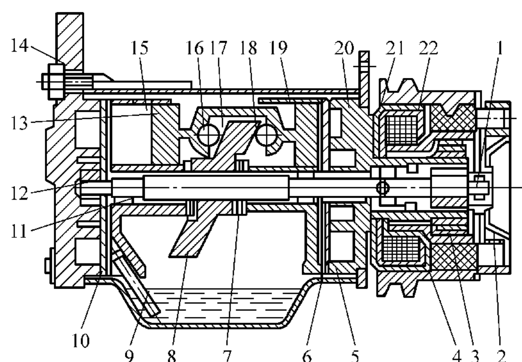


图7-13 回转斜盘活塞压缩机结构

1—主轴 2—压板 3—带轮轴承 4—轴封 5—密封圈 6—前阀门板 7—回油孔斜盘 8—斜盘 9—吸油管 10—后阀门板 11—轴承 12—机油泵 13—双向活塞 14—后缸盖 15—后气缸盖 16—滚珠 17—滑靴 18—滚珠座 19—前气缸 20—前缸盖 21—带轮 22—电磁离合器

2）工作原理。图7-14所示为回转斜盘活塞压缩机工作过程。

学习提示：当主轴转动时，通过斜盘和带轮的带动，把主轴的回转运动变为双向活塞沿轴向运动，活塞以斜盘为中心，在同一圆周上均匀分布几个活塞，每个活塞作双向运动。

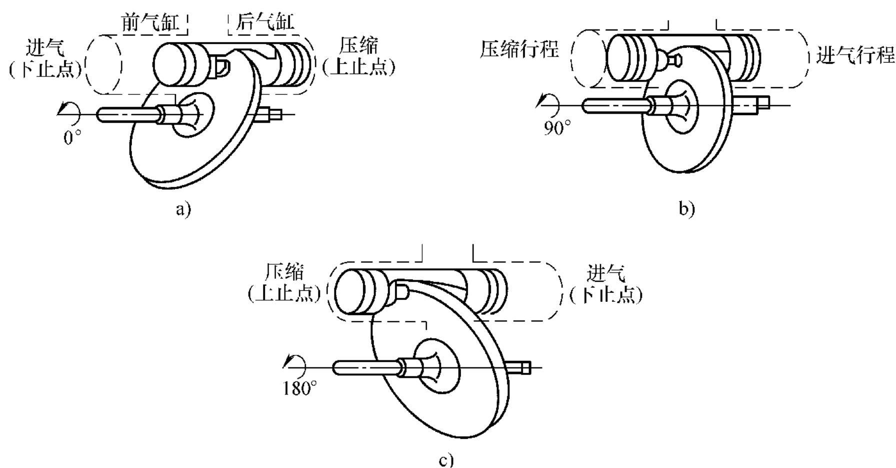


图7-14 回转斜盘活塞压缩机工作原理

知识链接

在活塞运动过程中，通过吸、排气阀组把低温、低压的制冷剂蒸气吸入，同时把高温、高压的制冷剂排出，使其进入冷凝器进行热交换过程，如图7-15所示。



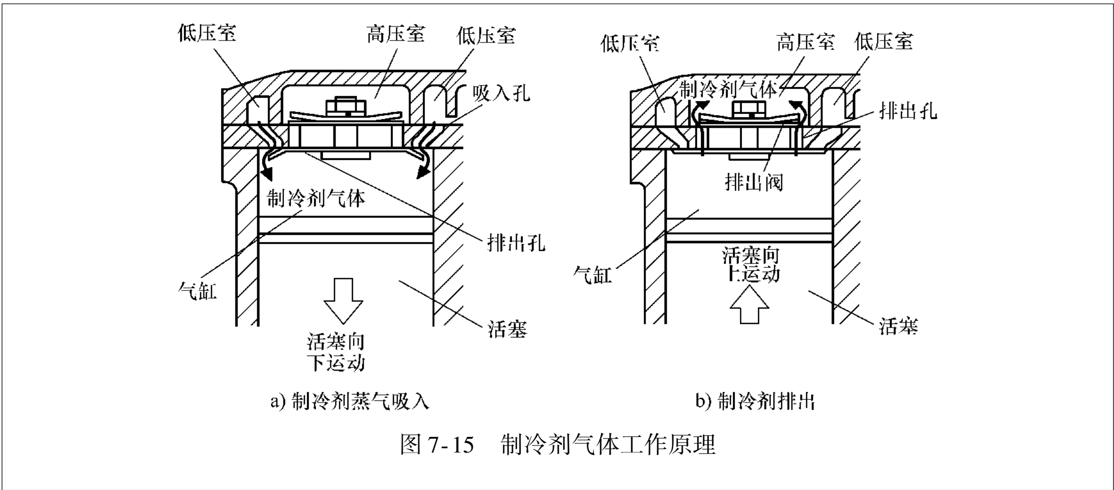


图 7-15　制冷剂气体工作原理

（4）旋转叶片压缩机

1）结构。旋转叶片压缩机的结构如图7-16 所示，它主要由缸体、前缸盖、后缸盖、排气阀、进气阀、主轴、转子等组成。旋转叶片压缩机的气缸有圆形和椭圆形两种形式。

2）工作原理。转子回转时，由于离心力和油压的作用，使叶片向外伸张，碰到气缸壁，把气缸分成几个隔腔，随着轴的转动，隔腔内的容积发生变化，完成压缩机的工作行程，如图 7-17 所示。

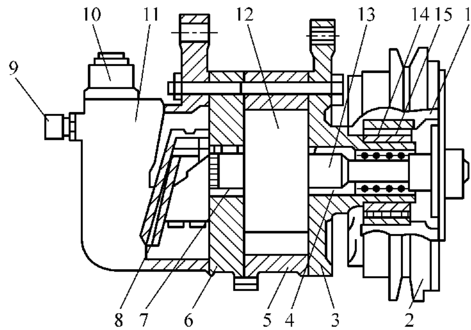


图 7-16　旋转叶片压缩机结构

1—前板　2—带轮　3—前缸盖　4—轴承　5—缸体
6—后盖板　7—轴承　8—油管　9—排气阀
10—进气阀　11—后端盖　12—转子
13—主轴　14—带轮轴承　15—轴封

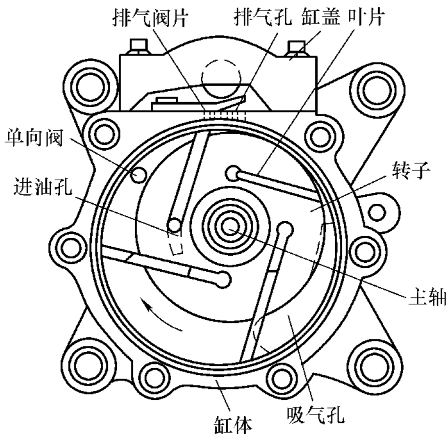


图 7-17　旋转叶片压缩机工作原理



250. 空调压缩机不能起动应如何处理?

空调压缩机不能起动故障的处理见表 7-3。

表7-3　空调压缩机不能起动故障的处理

项　　目	具体操作
（1）检查电气元件	检查空调电路的电气元件，若接触不良，应维修或更换该元件
（2）检查电路的熔丝	检查电路的熔丝，若有烧断的，应予更换，并查明烧断原因和排除其故障
（3）检查继电器	检查压缩机继电器，若内部损坏应将其更换
（4）检查电路连线	检查电路连线，若有端头接触不良、松脱或连线折断、搭铁等异常情况，应逐一处理，将其排除
（5）检查电磁离合器	使用万用表检查电磁离合器以及线圈，若工作不正常，应检修以恢复其工作性能
（6）检查制冷剂	① 若系统制冷剂严重缺乏甚至没有，因低压保护开关起作用而不能使压缩机起动，此时应对系统进行检漏，再加足制冷剂
	② 如果制冷剂量正常，压缩机仍不能起动，可将低压保护开关短路，检查压缩机起动情况；若能起动，表明低压保护开关已坏，应更换；若仍不能起动，应拆检压缩机，更换其烧坏的轴承或添加冷冻润滑油



251. 如何检查压缩机及其电磁离合器？

（1）压缩机检查

1）外观检查

① 检查离合器与压缩机之间的部位是否有油污存在。

② 检查缸盖周围是否出现油污。

③ 检查气缸体是否有裂纹，在裂纹处往往有油污出现。

④ 检查进、排气阀是否完好未出现泄漏。

⑤ 检查压缩机传动带是否有裂纹或过度磨损。

⑥ 检查传动带张力是否符合要求。

2）就车检查

① 打开制冷系统，压缩机内是否能听到金属敲击声，油封和其他接合部位有无漏气和漏油现象。如有不正常现象，则应维修或更换压缩机。

② 在进、排气阀上接上歧管压力表，使压缩机怠速运转5min后停转时，排气压力与吸气压力平衡时间应不少于2min，否则说明排气阀或气缸盖衬垫损坏，应维修或更换压缩机。

（2）电磁离合器检查

1）如图7-18所示，检查离合器压盘与带轮之间的间隙必须在规定的范围内（如本田标准值为0.60～1.00mm），若过大或过小都应进行调整（垫片一般为0.1mm、0.2mm、0.4mm、0.5 mm四种）。

2）使用万用表检查电磁离合器线圈的电阻，应在规定的技术范围内（如本田轿车为3.05～3.35Ω），否则表面线圈有短路或断路的故障，应更换。

3）检查电磁离合器线圈与壳体之间的电阻应为无穷大，否则说明线圈出现短路故障，应更换。

4）如图7-19所示，将蓄电池正极连接至电磁离合器的接线1P端子，蓄电池负极接至压缩机体缸体。



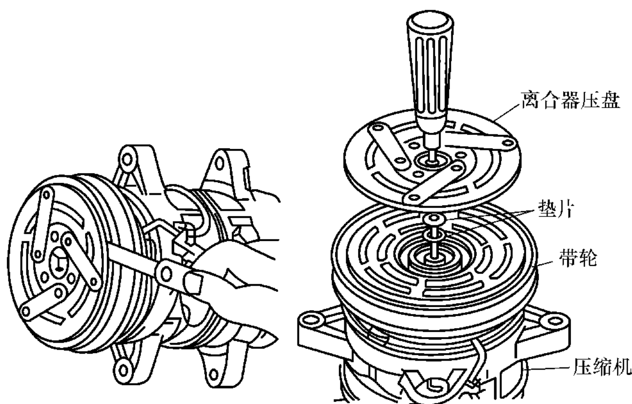


图 7-18 压缩机离合器间隙检查与调整

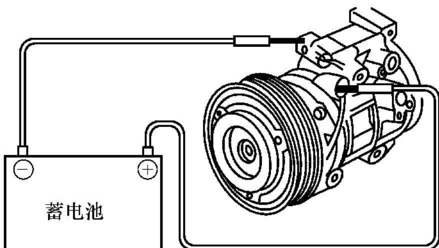


图 7-19 通电测试电磁离合器



252. 如何排除冷凝器电子风扇不工作故障？

1）检测冷凝器电子风扇叶片是否变形或破裂。如有故障，应予修理或更换。

2）拔下冷凝器电子风扇电动机插接器，然后给插接器 2 芯端子接上 12V 的蓄电池电压，电动机应运转平稳，否则应更换电动机或电子风扇电动机总成。

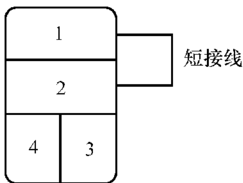


图 7-20 短接继电器

3）如图 7-20 所示，首先使用一根短接线连接散热器风扇继电器的 4 芯插座 1 号与 2 号端子，检查冷凝器电子风扇和散热器电子风扇是否运转，若正常运转，说明散热器风扇继电器损坏，应更换；否则应排除散热器和冷凝器电子风扇电路故障。



253. 冷凝器散热不良如何处理？

冷凝器散热不良的故障处理见表 7-4。

表 7-4 冷凝器散热不良的故障处理

项 目	具体操作
（1）检查冷凝器散热片表面	检查冷凝器散热片表面，如有脏污堵塞，可用水冲洗，再用压缩空气吹干，一些碎屑可用硬毛刷子刷掉。此外，如果散热片弯曲变形，可用尖嘴钳或一字旋具校正
（2）检查冷凝器管道	检查冷凝器管道，如破损，应焊补修复，但要注意尽量少损坏其附近的散热片
（3）检查通风情况	检查发动机前格栅和冷凝器之间通风情况，如果有异常则进行调整或更换
（4）检查冷凝器风扇的安装情况	检查冷凝器风扇的安装位置，若偏离冷凝器中心应调整其位置
（5）检查风扇电动机的运转情况	起动发动机，暖机后检查风扇电动机的运转情况，若转速不足，应检修或更换电动机



254. 蒸发器结冰如何处理？

蒸发器结冰的处理见表 7-5。

表7-5　蒸发器结冰的处理

项　　目	具体操作
(1) 检查蒸发器箱	首先检查蒸发器箱内是否积有大量的蒸发器冷凝水，若有应排除排水管堵塞故障
(2) 检查出风口风量	检查经过蒸发器的风量，如不足，应检查鼓风机工作状况及送风道是否堵塞，否则应更换鼓风机或清洁送风道
(3) 检查相关传感器	如测试蒸发器温度传感器是否正常，若传感器故障，应更换
(4) 检查膨胀阀情况	检查膨胀阀是否故障，若膨胀阀异常往往造成蒸发器结冰，只要通过调整膨胀阀弹簧力，使制冷剂增减至不结冰为止即可，必要时更换膨胀阀



255. 如何排除空调系统膨胀阀的冰堵故障？

学习提示： 膨胀阀冰堵的原因主要是制冷剂中含有水分，当液态制冷剂经膨胀阀的节流小孔时，温度骤然下降，其中的水分积累在节流小孔或针阀孔周围凝结成很多的小冰粒。当较多的冰粒凝结在节流部位时，就堵塞了节流通道，发生了膨胀阀冰堵故障。故障处理见表7-6。

表7-6　膨胀阀冰堵故障处理表

项　　目	具体操作
(1) 清理膨胀阀水分	将空调制冷剂全部排除并将膨胀阀拆下，用工业汽油或四氯化碳清洗，吹干和烘干各总成，不能残留水分及杂质
(2) 更换冷冻润滑油	添加冷冻润滑油前，应在火上加热到130℃，使油中水分蒸发，进行沉淀后加入压缩机油底壳
(3) 更换干燥剂	重新更换新的干燥剂或储液干燥过滤器 **维修注意：** 膨胀阀冰堵与脏堵的区分是用小棉球蘸上酒精，点燃后烤膨胀阀阀体，若烤后堵塞现象消失即为冰堵，若烤后现象仍存在即为脏堵。



256. 压缩机常见故障有哪几种？

压缩机常见故障见表7-7。

表7-7　压缩机常见故障及原因分析

故障类型	原因分析
(1) 电磁离合器绕组短路、断路和绕组碰机壳搭铁	① 当绕组断路时，连接线路电压正常，但压缩机不工作，更换电磁离合器线圈即可
	② 短路和碰壳时，通电后保护器动作或烧熔丝，但是如果绕组匝间轻微短路时，压缩机还是能够工作的，但工作电流很大，压缩机的温度很高，热保护器很快就会动作。一般用万用表测量电流即可判定



（续）

故障类型	原因分析
（2）压缩机抱轴、卡缸	压缩机如果漏油或有杂质进入缸体内，往往会引起抱轴或卡缸，其故障现象为通电后压缩机不运转，保护器动作
（3）压缩机吸、排气阀关闭不严	如果压缩机的吸、排气阀门损坏，系统不制冷或制冷效果很差
（4）压缩机的振动和噪声	这类故障原因往往是管道和机壳相碰、压缩机的固定螺栓松动和减振块脱落等
（5）热保护器损坏	热保护器是压缩机的附件，故障一般为断路或动作迟缓



257. 如何排除压缩机泄漏故障？

压缩机泄漏故障的处理见表7-8。

表7-8　压缩机泄漏故障的处理

项　　目	具体操作
（1）检查泄压保护阀	泄压保护阀通常在系统压力过高时进行泄压，当出现异常时应及时更换
（2）检查进、排气阀门阀芯	检查进、排气阀门阀芯是否出现泄漏，压缩机阀芯往往是出现泄漏情况比较多的部位，若发现异常应及时更换
（3）查看油迹	检查压缩机后端盖油封部位是否有油迹，若发现异常应及时更换 **知识链接：** 空调系统内有一定量的制冷剂时，打开空调给发动机加速，此时低压表指针应会明显下降，高压压力也会明显上升，加速越快，指针下降幅度也越大，说明压缩机性能良好；如果加速时低压表指针下降缓慢及下降幅度不大，说明压缩机的压缩效率低；如果加速时低压表指针基本无反应，说明压缩机根本无压缩效率。



258. 如何排除压缩机异响故障？

压缩机异响故障的处理见表7-9。

表7-9　压缩机异响故障的处理

项　　目	具体操作
（1）外观检查	① 检查压缩机传动带松紧度是否合适，若不合适应进行调整或更换
	② 检查压缩机带轮以及发动机带轮是否在同一个平面内，若不在应进行调整
	③ 检查压缩机支架、压缩机紧固螺栓以及连接部位是否出现破裂或松动，若有损坏应拧紧，必要时更换支架或焊修
（2）使用听诊仪检查	① 起动压缩机，检查轴承是否异响，若能听见噪声，则更换压缩机离合器的带轮
	② 观察压缩机运转摆动是否出现卡死现象，若出现应更换带轮
	③ 听压缩机运转时电磁离合器是否有异响，若出现异响应进行调整或更换
（3）压缩机内部诊断	① 连接歧管压力表，检测排气/吸气压力。若排气压力偏低，吸气压力偏高，说明密封垫片上部已损坏，应予以更换
	② 在怠速下压缩机若出现“啪嗒”声，说明排气或吸气阀门已破裂，必须更换破裂的阀门
	③ 空调器内部制冷剂过多，将会产生液击响，应将多余的空调制冷剂排除
	④ 空调系统压缩机润滑不良或有异物，应拆下压缩机，放出润滑油，清洗空调器内的全部润滑油，再重新装入压缩机的润滑油

259. 制冷系统中的“脏堵”现象应如何判断与排除？

（1）判断方法　用手触摸空调系统管路应有温热感觉，而当脏堵发生在某一处时，该处就会形成局部的节流现象，温度会迅速下降，用手触摸有冷感，由此即可判断该处发生脏堵。

学习提示：当汽车空调出现脏堵时，经常发生在制冷系统内通道截面较小的位置，一般出现在制冷系统的高压侧。

（2）排除步骤

1）将制冷系统中的制冷剂排空。

2）将制冷系统全部拆下，并进行分段清洗，清洗液可用工业汽油或四氯化碳。

3）更换膨胀阀以及储液干燥器，重新安装后即可对制冷系统充制冷剂后试车。

260. 温度传感器出现故障应如何排除？

学习提示：目前空调温度传感器主要包括环境温度传感器和蒸发器温度传感器。

（1）检查环境温度传感器

1）使用万用表测量环境温度传感器两端子之间电阻值应随温度升高而逐渐降低，如图7-21所示。若不符合规定则更换传感器。

2）以丰田轿车为例，当温度为10℃时，电阻值为3.0～3.7kΩ；温度为25℃时，电阻值为1.60～1.80kΩ；温度为50℃，电阻值为0.50～0.70kΩ，如果不在规定的范围内，应将其更换。

（2）蒸发器温度传感器

1）使用万用表测量蒸发器温度传感器两端子之间电阻值应随温度升高而逐渐降低，如图7-22所示。若不符合规定则更换传感器。

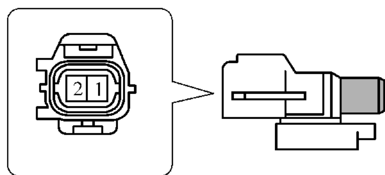


图7-21　环境温度传感器

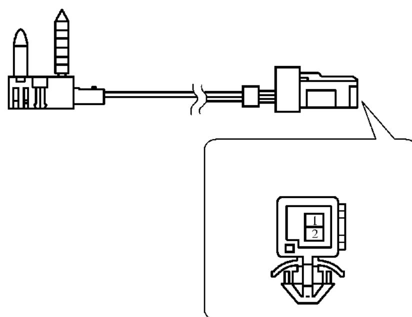


图7-22　蒸发器温度传感器

2）以丰田轿车为例，当温度为－10℃时，电阻值为7.30～9.10kΩ；温度为0℃时，电阻值为4.4～5.35kΩ；温度为25℃，电阻值为1.38～1.64kΩ。





261. 制冷系统工作压力是如何检测的?

制冷系统工作压力的检测见表 7-10。

表 7-10　制冷系统工作压力的检测

步　骤	具体操作
(1) 拆下检修阀护帽	拆下高、低压管路上的检修阀护帽
(2) 正确连接管路	将气缸压力表组高、低压侧手动阀都关闭，然后将蓝色的低压侧软管接低压检修阀，红色的高压侧软管接高压检修阀
(3) 打开空调	起动发动机，调整发动机转速至 1250r/min，按下 A/C 开关，将开关设定在内循环状态下，并将有关控制器调至最凉位置（风机亦应在最高速），等待发动机温度正常后，进行检测
(4) 读取压力值	R134a 制冷系统功能正常时的表读数：低压侧为 150～250kPa；高压侧为 1370～1570kPa。若不在规定范围内，说明工作压力异常，应进行检修



262. 空调制冷系统间歇制冷怎么办?

空调制冷系统间歇制冷的处理见表 7-11。

表 7-11　空调制冷系统间歇制冷的处理

项　目	具体操作
(1) 检查压缩机离合器	首先检查压缩机离合器是否打滑，若出现异常应拆下压缩机，修理或更换
(2) 检查相关电子器件	① 检查 A/C 开关、鼓风机开关等是否接触不良或损坏，若出现异常应更换损坏部件
	② 检查空调压力传感器是否工作正常，如果有故障应更换
(3) 检查压缩机离合器线圈	检查压缩机离合器线圈是否松脱或接触不良，若出现异常应拆下修理或更换
(4) 检查空调系统循环情况	检查空调系统中是否有脏堵现象，若出现异常应更换膨胀阀和储液干燥瓶
(5) 检查线路	检查空调控制系统线路插接器有无松动，若出现异常应将其紧固，必要时更换线束



263. 制冷系统修理后如何进行抽真空?

1）将歧管压力表的压力软管连接在真空泵和空调制冷系统快速接头上，如图 7-23 所示。

2）打开高、低压压力表表阀。

3）起动真空泵，并使其运转 15min 以上。观察压力表的读数是否达到 -100kPa 或接近其数值。

4）静置 5min，观察压力差，若指针继续上升，说明真空度下降，系统有泄漏之处，应使用检漏仪进行泄漏检查，并修理泄漏处；若压力指示针保持不动，说明空调系统没有泄漏，则继续抽真空 20～25min。

5）关闭高、低压压力表的手动阀，停止抽真空，从

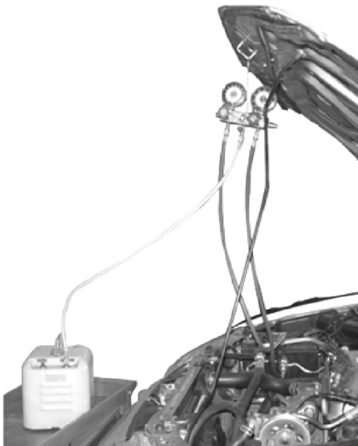


图 7-23　连接真空泵

真空泵的接口处拆下中间软管，可向系统中充注制冷剂。



264. 如何采用“听”的方式对空调故障进行判断？

采用“听”的方式对空调故障进行判断的操作方法见表7-12。

表7-12 “听”的方式对空调故障进行判断的操作方法

项　目	具体操作
(1) 听压缩机离合器工作情况	打开A/C开关，仔细倾听压缩机离合器是否有吸合的声音，若没有则排除压缩机离合器控制电路故障
(2) 听压缩机内部声音	当压缩机运转时，听压缩机运转过程中有无杂音、撞击声，有则为不正常，应拆检压缩机，必要时更换总成
(3) 听空调相关电子器件	听蒸发器鼓风机电动机、冷凝器电子扇电动机等运转是否有杂音，有则为不正常，应进一步检修，必要时更换总成



265. 如何采用“看”的方式对空调故障进行判断？

采用“看”的方式对空调故障进行判断的操作方法见表7-13。

表7-13 “看”的方式对空调故障进行判断的操作方式

项　目	具体操作
(1) 看视液窗	从玻璃视液窗看制冷剂流动情况，若有均匀透明的液体流动为正常，若有气泡则制冷剂不足，按规定添加制冷剂
(2) 看低压回路	看低压回路的结霜情况，若管路表面结霜说明制冷正常
(3) 看油迹	看制冷系统各个接头处是否有渗漏情况，若干燥无油渍为正常
(4) 看压缩机离合器工作情况	看压缩机离合器工作情况，若能将压缩机吸合后转动且无异常响声为正常
(5) 看排水情况	看蒸发器排水情况，一般空调运行8min左右，水能从蒸发器箱内排出为正常
(6) 看冷凝器电子扇电动机的运行	看冷凝器电子扇电动机运行过程中有无高速和低速两种状态，若有则为正常



266. 如何采用“摸”的方式对空调故障进行判断？

采用“摸”的方式对空调故障进行判断，即用手触摸管路和空调零部件的温降来判断发生故障的部位，如图7-24所示。

1）摸制冷系统的高低压管路，高压管路烫手、低压管路冰手为正常。

2）冷凝器热为正常，且冷凝器从下至上有温差为正常。

3）干燥过滤器温热，且进口与出口无明显温差为正常。

4）膨胀阀前后有明显温差为正常。

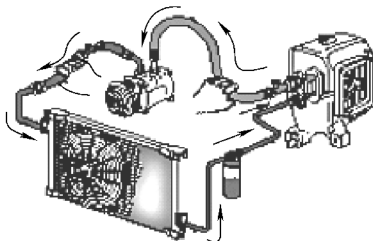


图7-24 采用“摸”的方式判断空调故障的部位





267. 怎样从高压端充注制冷剂？

1）当系统抽真空后，关闭歧管压力表上的高、低压手动阀。

2）将中间软管的一端与制冷剂罐注入阀的接头连接起来，打开制冷剂罐开启阀，再拧开歧管压力计软管一端的螺母，让气体溢出几分钟，把空气赶走，然后再拧紧螺母。

3）打开高压端手动阀至全开位置，如图7-25所示，将制冷剂罐倒立，以便从高压端充注液态制冷剂。

4）从高压端注入规定量的液态制冷剂。关闭制冷剂罐注入阀及歧管压力计上的手动高压阀，然后将仪表卸下。

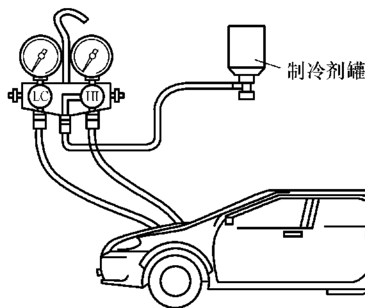


图7-25　从高压端充注制冷剂

维修注意：

从高压端向系统充注制冷剂时，切勿起动发动机（压缩机停转），更不可拧开歧管压力表上的手动低压阀，以防止产生液压冲击。



268. 怎样从低压端充注制冷剂？

1）如图7-26所示，将歧管压力表分别与压缩机和制冷剂罐相连接好。

2）打开制冷剂罐，拧松中间注入软管在支管压力计上的螺母，直到听见有制冷剂蒸气流动的声音，将软管中的空气排干净，然后拧紧螺母。

3）打开手动低压阀，让制冷剂进入制冷系统。当系统的压力值达到400kPa时，关闭手动低压阀。

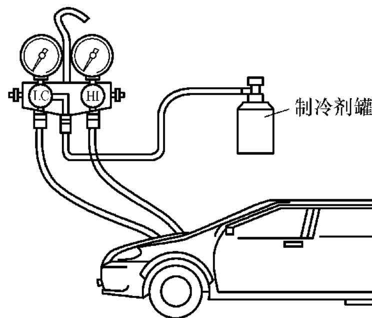


图7-26　从低压端充注制冷剂

4）起动发动机，转速为1000～1500r/min，将空调开关接通，并将风机开关置于最大档位，温度控制开关置于最冷位置。

5）再打开歧管压力表上的手动低压阀，让制冷剂继续进入制冷系统，直至充注量达到规定值。

6）在向系统中充注规定量的制冷剂之后，从视液玻璃窗处观察，确认系统内无气泡、无过量制冷剂。

7）将发动机转速调至2000r/min，系统内低压侧压力应为147～196kPa，高压侧压力应为1422～1471kPa。

8）充注完毕之后，关闭歧管压力表上的手动低压阀，然后关闭装在制冷剂罐上的注入阀，使发动机停止运转。迅速将高、低压两端接管从压缩机气门阀或检修阀上拆下。



269. 怎样从高压端注入液态制冷剂，再从低压端补足制冷剂量？

从高压端和低压端注入制冷剂的方法见表7-14。

表7-14　从高压端和低压端注入制冷剂的方法

步　骤	具体操作
（1）从高压端注入	加注汽车空调制冷剂前，先抽真空，在系统无泄漏且内部绝对真空的状态下，打开R134a钢瓶且瓶口向下，拧松歧管压力表中间软管接头，排去此段软管中的空气，打开高压端手动阀，从高压端灌入液态制冷剂 **学习提示：**当高、低压表的压力达到平衡不再上升时，关闭高压端手动阀，让R134a制冷剂罐口向上，停5min以上。
（2）从低压端注入	起动空调系统，打开低压端手动阀，从低压端灌入气态制冷剂，严禁从低压端灌入液态制冷剂。此时发动机转速应保持在800～1200r/min
（3）从视窗观察制冷剂量	在充灌制冷剂中观察视窗中制冷剂流动情况，待气泡消失时，立即关闭低压侧手动阀，然后把吸、排气阀关闭，拆去检修压力表



270. 鼓风机无低速时怎么办？

鼓风机无低速的处理见表7-15。

表7-15　鼓风机无低速的处理

项　目	具体操作
（1）检查鼓风机电阻	使用万用表测试鼓风机电阻在各个档位时的电阻值，若有异常则更换
（2）检查鼓风机控制情况	检查鼓风机控制开关以及线路是否损坏，若有异常则更换
（3）检查鼓风机继电器	检查鼓风机继电器以及插座是否损坏，若有异常则更换
（4）执行空调自诊断	执行空调自诊断功能，然后使用良好的空调控制单元进行替换检查，必要时将其更换



271. 鼓风机运转无力怎么办？

鼓风机运转无力的处理见表7-16。

表7-16　鼓风机运转无力的处理

项　目	具体操作
（1）外观检查	① 检查鼓风机电动机是否磨损过度，若有异常将其更换
	② 检查鼓风机叶片是否有异物，若有进行清理
（2）检查鼓风机电动机控制线路	排除鼓风机电动机插接器插头松脱的故障，必要时更换线束



272. 如何排除制冷系统低压侧压力低、高压侧压力高的故障？

学习提示：低压侧压力低、高压侧压力高一般都是由于高压管路或零件堵塞、压缩机损坏造成的，故障处理见表7-17。



表 7-17　低压侧压力低、高压侧压力高的处理

项　　目	具体操作
（1）外观检查	打开发动机舱，检查空调管路是否有被压扁的情况，如有异常则更换管路
（2）检查堵塞情况	拆开空调系统管路，检查空调管路是否有堵塞或异物的情况，如有异常，应对制冷系统进行清洗或使用氮气将将其吹干净
（3）检查压缩机油	检查压缩机油有没有出现铁屑或污染的现象，如果有，说明压缩机内部磨损严重，造成制冷系统堵塞，应将储液干燥瓶、膨胀阀以及压缩机油更换，必要时更换压缩机



273. 如何排除制冷系统高、低压侧压力正常，但冷量不足的故障?

冷量不足故障的处理见表 7-18。

表 7-18　冷量不足故障的处理

项　　目	具体操作
（1）检查通风情况	检查通风管路以及空调滤清器是否堵塞，如有异常将其清理干净
（2）检查空调相关电子器件	如检查蒸发器温度传感器以及环境温度传感器是否正常，如有损坏或异常应更换
（3）检查制冷剂纯度	排空制冷剂，然后重新抽真空，添加原厂规定的制冷剂



274. 如何排除制冷系统低压侧压力低、高压侧压力低的故障?

低压侧压力低、高压侧压力低故障的处理见表 7-19。

表 7-19　低压侧压力低、高压侧压力低故障的处理

项　　目	具体操作
（1）检查制冷剂量	制冷剂不足，补充添加制冷剂
（2）检查脏堵情况	① 检查储液干燥瓶管路两侧，若有明显温差或膨胀阀处结霜，说明制冷系统堵塞。此时应更换储液干燥瓶或清洗膨胀阀并抽真空，然后添加制冷剂
	② 观察膨胀阀节流孔周围，若有结冰，说明制冷系统中有水分，必须清洗空调系统，然后更换储液干燥瓶后添加质量过关的制冷剂
（3）检查通风情况	① 检查鼓风机转速是否过低，否则应排除鼓风机故障，必要时将其更换
	② 检查冷凝器电动机的转速是否正常等



275. 如何排除制冷系统低压侧压力高、高压侧压力低的故障?

低压侧压力高、高压侧压力低故障的处理见表 7-20。

表 7-20　低压侧压力高、高压侧压力低故障的处理

项　　目	具体操作
（1）检查压缩机	① 检查压缩机排气阀是否破裂，若异常则更换排气阀或压缩机总成
	② 检查压缩机气缸衬垫是否冲坏，若异常则更换压缩机气缸衬垫或压缩机总成
（2）检查蒸发器压力调节阀	检查蒸发器压力调节阀调整是否正常，若调整不当，应调整至正常值
（3）检查膨胀阀开度	检查膨胀阀开度是否过大，若异常则调整膨胀阀，使开度减小，必要时更换膨胀阀



276. 如何排除制冷系统低压侧压力高、高压侧压力高的故障?

低压侧压力高、高压侧压力高故障的处理见表7-21。

表7-21　低压侧压力高、高压侧压力高故障的处理

项　　目	具体操作
(1) 检查压缩机	① 检查压缩机吸气阀是否破裂，若异常则更换吸气阀或压缩机总成
	② 检查压缩机气缸衬垫是否损坏，若异常则更换压缩机气缸衬垫或压缩机总成
(2) 检查蒸发器温度	检查蒸发器温度进气是否正常，若异常则应减少车内外空气转换风门的开度和车外新鲜空气的进入量
(3) 检查膨胀阀开度	检查膨胀阀开度是否过大，若异常则调整膨胀阀，使开度减小，必要时更换膨胀阀



背景知识加油站3　汽车空调的维修工具与设备

一、汽车空调的维修工具与设备种类

1. 常用设备

常用设备有万用表、电烙铁等。

2. 专用工具和设备

(1) 歧管压力表　主要功能是检查和判断制冷系统的工作状态和故障情况以及辅助完成制冷系统抽真空、充注制冷剂等操作。

(2) 检漏仪　主要功能是检查制冷系统内的制冷剂是否泄漏。

(3) 真空泵　主要功能是对制冷系统进行抽真空。

(4) 其他维修工具　制冷剂注入阀、管路拆卸装置等。

二、汽车空调设备的安全使用注意事项

1) 连接到汽车空调的管路在有压力的情况下，所有软管都可能带有液态制冷剂，拆下软管时必须特别小心，防止冻伤操作人员。

2) 操作维修设备前一定要切断电源，以避免被电击的危险。

3) 必须由专业人员进行操作，操作者必须熟悉空调系统，并了解制冷剂和有压部件的危险性。

4) 严禁不同制冷剂混合使用。



277. 卤素灯检漏仪的结构及工作原理如何?

(1) 卤素灯检漏仪的结构　卤素灯检漏仪是一种传统的氟利昂制冷剂检漏设备，它实质上是一只以酒精为燃料的喷灯。它是靠鉴别火焰颜色的变化来判别泄漏量的大小的，结构如图7-27所示。

(2) 卤素灯检漏仪工作原理　卤素灯检漏是利用卤素灯喷射的火焰与氟利昂气体接触，



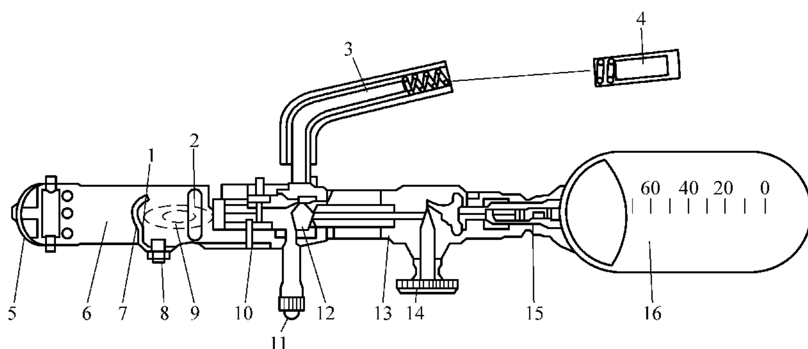


图 7-27 卤素灯检漏仪的结构

1—火焰上极限 2—火焰下极限 3—吸气孔 4—过滤器 5—燃烧筒盖 6—燃烧筒 7—火焰环 8—火焰环螺钉 9—点火孔 10—火焰驱动器 11—手柄 12—喷嘴 13—阀体 14—调节手轮 15—酒精器阀 16—酒精器

使氟利昂分解成氟、氯（卤素）气体，当氯气与灯内炽热的铜接触，便生成了氯化铜，然后根据颜色判断。

学习提示：当渗漏量从微漏到严重渗漏，火焰颜色的变化就从“微绿色”→“浅绿色”→“深绿色”→“紫绿色”，根据这变化便可知泄漏量的大小；此外若没有泄漏发生，火焰不变色，仍旧为红色。

知识链接

卤素灯检漏仪操作方法如下：

① 向检漏灯本体的酒精器中加液态燃料。

② 将划着的火柴插进检漏灯的点火孔里，接着慢慢地调节阀的手轮，让气罐内的液体燃料气化成气体溢出，遇火后燃烧。

③ 把铜质反应环加热到红热状态，并把火焰调节到尽量小，火焰越小，对制冷剂泄漏气的反应越灵敏。火焰伸出铜环约 5mm 为宜。

④ 将吸入管末端靠近各个有可能泄漏的部位，并细心观察火焰颜色的变化来判断泄漏情况。

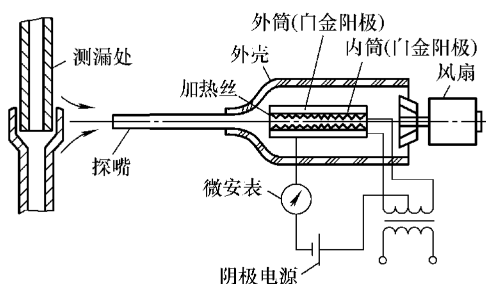


278. 电子检漏仪的结构及工作原理如何？

（1）电子检漏仪的结构　电子检漏仪的检测探头内，以铂丝为阴极、铂罩为阳极，电子检漏仪的外形与结构如图 7-28 所示。

（2）电子检漏仪工作原理　如图 7-28b 所示，当铂丝通电后达到炽热状态，发射出电子和正离子，仪器探头（吸管）借助风扇的作用吸进被探测处的空气。吸进的空气通过电场时，如果空气中含有制冷剂中泄漏的卤素成分，与炽热的铂丝接触即分解成卤化气体。铂丝阴极受到卤素气体作用，离子放射量就会迅速增加，所形成的离子电流随着吸入空气中卤素的多少成正比例增减，因此可根据离子电流的变化来确定泄漏量的大小。最后离子电流经过放大并通过仪表显示出量值，同时可有音响信号发出。


a) 电子检漏仪外形



b) 电子检漏仪内部结构

图7-28　电子检漏仪的结构

知识链接

电子检漏仪操作方法如下：

① 将检漏仪电源接上并预热10min左右。

② 将开关置于校核档，确认指示灯和报警系统工作正常。

③ 将仪器调到所需的灵敏度范围。

④ 将开关置于检测档，然后将探头放到被检测到的部位，如果有超过灵敏度范围的泄漏量，则有音响信号发出。

⑤ 当确定了泄漏部位后，探头应立即离开泄漏处，以免缩短仪器的寿命。



279. 空调系统的制冷剂回收装置的结构及工作原理如何?

（1）空调系统的制冷剂回收装置的结构　AC350型汽车用制冷剂回收与充注机适用于R12和R134a，主要由高效压缩机、大功率的真空泵、高低压歧管压力表组件、工作罐压力表、制冷剂电子秤以及冷冻机油注入器等组成，结构如图7-29所示。

（2）空调系统的制冷剂回收装置工作原理　空调制冷剂经过视液镜进入回收系统，经过制冷剂压缩机、冷凝器变成液态进入工作罐。电子秤上的压力传感器将工作罐的重量变换数据传到电子秤主板，芯片经过计算将冷媒回收量显示在液晶控制面板上。

学习提示：工作罐回收至80%以后液位开关开启，阀门关闭，终止回收。此时察看是否有不明气体存在，开启不明气体放气阀，放掉不明气体继续回收。当空调系统冷媒回收干净后，回收机自动停机。在此过程中出现压力过高或过低均会报警，指示灯闪亮。

知识链接

空调系统的制冷剂回收装置的操作方法如下：

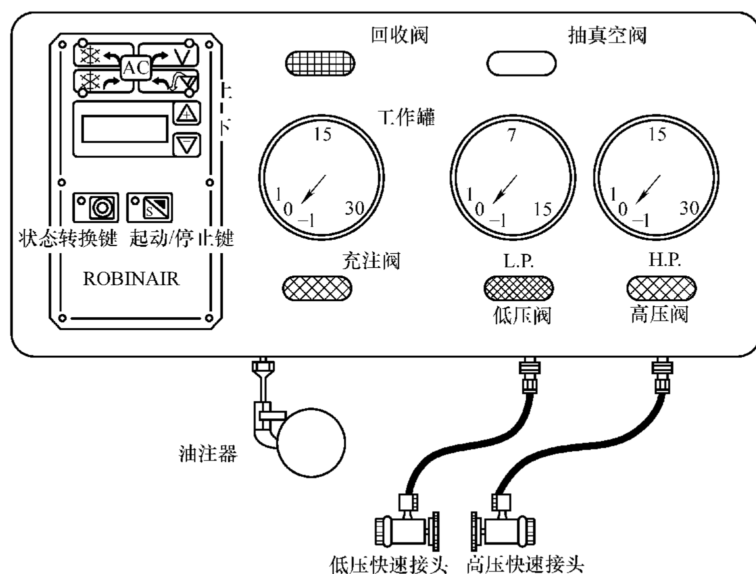
（1）空调系统抽真空操作　回收结束后，应对空调系统抽真空，操作如下：

1）打开操作面板上的高压阀。





a) 空调系统的制冷剂回收装置外形



b) 制冷剂回收与充注机控制面板

图 7-29　空调系统的制冷剂回收装置结构

2）打开面板上的低压阀。

3）打开操作面板上的抽真空阀。

4）在控制面板上选定抽真空所需要的时间（15～20min）。

5）确认后开始抽真空。

6）时间到后关闭控制面板上高低压阀、抽真空阀以及真空泵开关（也可根据情况选择保压时间，确认是否有泄漏）。

（2）冷媒回收机的加注操作

1）空调抽完真空后，系统出现压力差，此时打开操作面板的高低压阀。

2）在SCALE（称重）状态下，清零。

3）在电子秤传感器平台上放置本机双阀冷媒罐，设置相应的加注参数，加注工作开始，加注指示灯亮，屏幕上的数字不断变化，加注完成，加注指示灯灭。

4）加注过程中，当罐内的冷媒不够加注需要时，屏幕将显示“EMPTY（罐空）!”的字样，同时继电器关闭，提示用户，因冷媒不足而暂停加注。

5）在加注过程中，因压力平衡而没加注完，则应关闭阀门面板的高压阀，开启空调系统，冷媒从低压管路加入，直至加至设定的量。

（3）加注空调机油

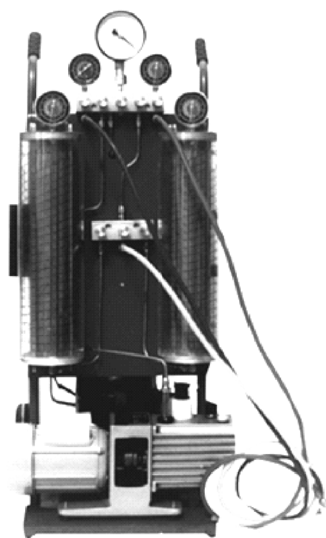
1）慢慢打开机器背面下部的回收瓶阀门，让废油排放干净，关闭阀门。

2）在本机上部的加油瓶内加入足够的新油，待空调系统抽完真空后，打开加油瓶上的阀门加入新油，加入量与放出量相同，开启油瓶阀门时速度要慢，因在负压下油吸入得很快，要及时控制加入量。

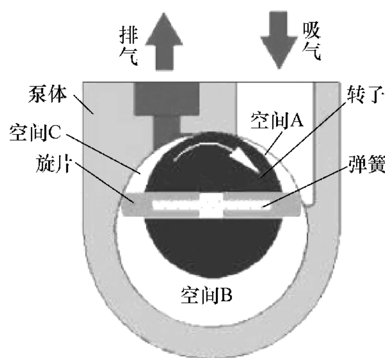


280. 汽车空调真空泵的结构及工作原理如何？

（1）真空泵结构　真空泵是抽真空的专用工具，常用的真空泵为旋片泵，它主要由泵体、转子、旋片、端盖、弹簧等组成。真空泵两个旋片把转子、泵腔和两个端盖所围成的月牙形空间分隔成A、B、C三部分，如图7-30所示。



a) 真空泵外形



b) 真空泵内部

图7-30　真空泵结构

（2）真空泵工作原理　如图7-30b所示，当转子按箭头方向旋转时，空间A的容积逐渐增大，气体压强降低，泵的入口处外部气体压强大于空间A内的压强，因此将气体吸入。当空间A与吸气口隔绝时，即转至空间B的位置，气体开始被压缩，容积逐渐缩小，最后与排气口相通。



学习提示：当被压缩气体超过排气压强时，排气阀被压缩气体推开，气体穿过油箱内的油层排至大气中。真空泵连续运转，达到连续抽气的目的。

知识链接

真空泵的操作步骤如下：

① 将歧管压力表的高压管（红色）接至空调管路中的高压快速接头上，然后将低压管（蓝色）接至空调管路中的低压快速接头上，最后将黄色软管连接到真空泵抽空铜嘴上，并按顺时针方向拧开歧管压力表高压手柄和低压手柄。

② 起动真空泵电源，观察歧管压力表，指针应向负压方向偏移。

③ 真空抽取完成，应首先将歧管压力表高、低压关闭，然后才关闭真空泵。



281. 歧管压力表的结构及工作原理如何？

（1）歧管压力表的结构　歧管压力表主要由低压表和高压表、低压手动阀和高压手动阀、3 个软管接头（1 个接低压工作阀，1 个接高压工作阀，1 个接制冷剂源罐或真空泵吸入口）及表座组成，如图 7-31 所示。

（2）歧管压力表工作原理

1）低压表和高压表指针工作原理。如图 7-32 所示，当一定压力的制冷剂从接头进入弹簧管时，由于弹簧管内、外压力差的作用，使弹簧管膨胀变形，并通过拉杆使扇形齿轮旋转一定角度，从而带动小齿轮和指针也旋转一定角度，指针所指的读数即所测的压力。当空调系统内压力低于大气压时，弹簧管收缩变形，指针所指的读数即真空度。

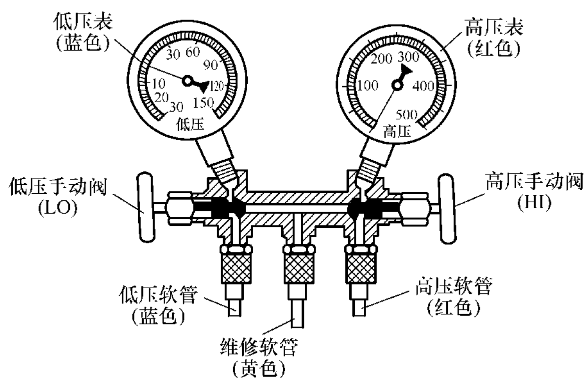


图 7-31　歧管压力表的结构

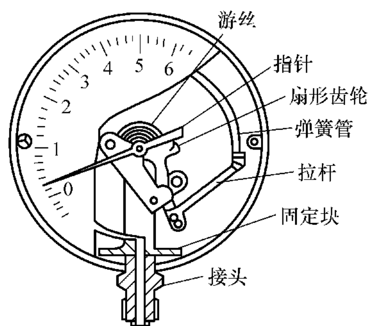


图 7-32　低压表和高压表指针工作原理

2）低压手动阀和高压手动阀工作原理。低压手动阀和高压手动阀工作原理如图 7-33 所示。

学习提示：

① 低压手动阀（A）和高压手动阀（B）同时关闭，可对高压侧和低压侧的压力进行检查。

② 低压手动阀（A）和高压手动阀（B）同时打开，全部管路连通，接上真空泵可对系统抽真空。

③ 低压手动阀（A）关闭、高压手动阀（B）打开，可从高压侧充注液态制冷剂。

④ 低压手动阀（A）打开、高压手动阀（B）关闭，可从低压侧充注气态制冷剂。

⑤ 低压手动阀（A）关闭、高压手动阀（B）打开，可使系统放空或排出制冷剂。

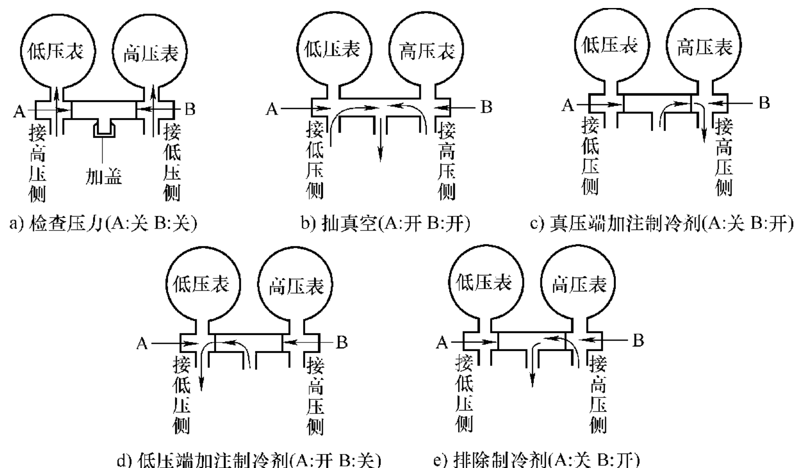


图 7-33　低压手动阀和高压手动阀工作原理



282. 汽车空调冷媒管路清洗机的工作原理如何？

清洗机和被清洗的冷气系统连接成一个密闭的循环系统，利用压缩机作动力源，以制冷剂作清洗溶剂，用清洗剂液体和气体高压冲洗冷媒管道，把管道内的油垢污迹、杂质、水分、润滑油清洗出来，集中到清洗机的过滤器和油分离器中排放，而清洗剂经过清洗机内的净化系统净化，重复往冷媒管道中冲洗，形成一个高压、高速的循环回路，把冷气系统清洗干净。



背景知识加油站 4　典型汽车空调系统故障排除

一、汽车空调系统故障类型

汽车空调系统故障可分为制冷循环系统和控制系统故障两大类。

1）制冷循环系统故障主要表现为压力异常，如压缩机、冷凝器、膨胀阀等空调系统部件失效或管路堵塞等。

2）控制系统故障主要是控制电路出现断路、短路及搭铁异常或控制元件损坏等情况。

二、汽车空调系统故障排除方法

1）使用汽车空调系统自诊断功能。

2）运用故障诊断仪读取空调系统数据流判断。

3）利用故障码进行排除。





283. 如何排除马自达 3 空气混合执行器电路故障？

马自达 3 空气混合执行器电路如图 7-34 所示，其故障排除步骤如下：

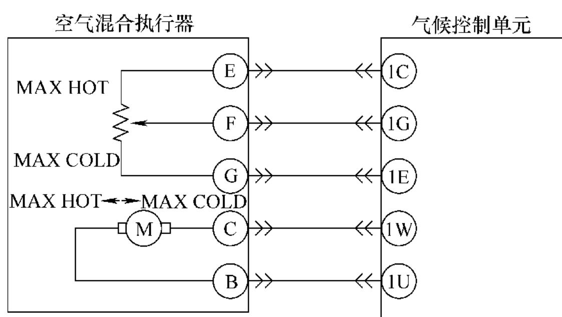


图 7-34　驾驶人侧空气混合执行器电路

1）将点火开关切换至 OFF 位置。

2）断开蓄电池负极电缆。

3）断开空气混合执行器插接器。

4）检查插接器和端子之间是否有腐蚀或损坏？

否→进行步骤 5）。

是→修理更换插接器。

5）将蓄电池分别接至空气混合执行器端子 B 和 C，然后检查空气混合执行器是否工作？

是→连接好插接器，然后进行步骤 6）。

否→更换空气混合执行器。

6）断开气候控制单元插接器。

7）将蓄电池分别接至气候控制单元接线端 1W 和 1U，然后检查空气混合执行器是否工作？

是→线路正常，检查气候控制单元插接器有无腐蚀、损坏现象，若正常则更换气候控制单元。

否→排除气候控制单元与空气混合执行器线路断路或短路故障，必要时更换线束。



284. 如何排除马自达 3 气流模式执行器电路故障？

马自达 3 气流模式执行器电路如图 7-35 所示，排除步骤如下：

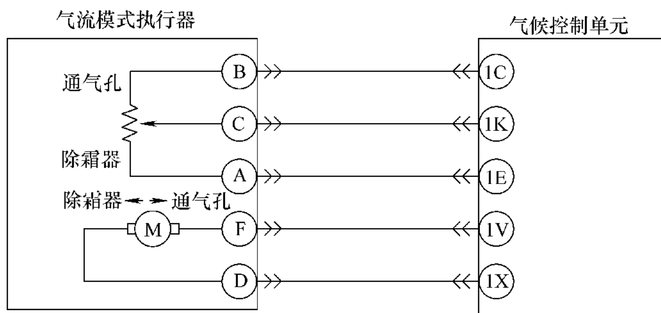


图 7-35　气流模式执行器电路

1）将点火开关切换至 OFF 位置。

2）断开蓄电池负极电缆。

3）断开气流模式执行器插接器。

4）检查插接器和端子是否有腐蚀或损坏？

否→进行步骤 5）。

是→修理或更换插接器。

5）将蓄电池分别接至气流模式执行器端子F和D，然后检查气流模式执行器是否工作？

是→连接好插接器，然后进行步骤6）。

否→更换气流模式执行器。

6）断开气候控制单元插接器。

7）将蓄电池分别接至气候控制单元接线端1X和1V，然后检查气流模式执行器是否工作？

是→线路正常，检查气候控制单元插接器有无腐蚀、损坏现象，若正常则更换气候控制单元。

否→排除气候控制单元与气流模式执行器线路断路或短路故障，必要时更换线束。



285. 如何排除马自达3车内温度传感器电路故障？

马自达3车内温度传感器电路如图7-36所示，故障排除步骤如下：

1）将点火开关切换至OFF位置。

2）断开蓄电池负极电缆。

3）断开车内温度传感器插接器。

4）检查插接器和端子是否有腐蚀或损坏？

否→进行步骤5）。

是→修理或更换插接器。

5）使用万用表检查车内温度传感器电阻值变化，如图7-37所示。电阻值是否在规定范围内？

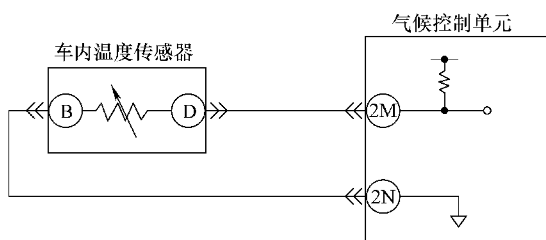


图7-36　车内温度传感器电路

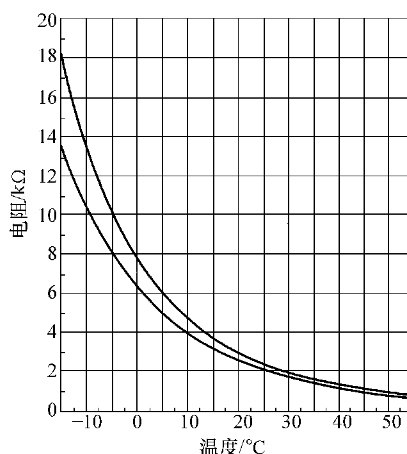


图7-37　温度传感器电阻值

是→进行步骤6）。

否→更换车内温度传感器。

6）断开气候控制单元插接器。

7）使用万用表测量气候控制单元与车内温度传感器接线端连接线路（2M－D；2N－B）是否正常？



是→线路正常，检查气候控制单元插接器有无腐蚀、损坏现象，若正常则更换气候控制单元。

否→排除气候控制单元与车内温度传感器线路断路或短路故障，必要时更换线束。



286. 如何排除马自达 3 蒸发器温度传感器电路故障？

马自达 3 蒸发器温度传感器电路如图 7-38 所示，故障排除步骤如下：

1）将点火开关切换至 OFF 位置。

2）断开蓄电池负极电缆。

3）断开蒸发器温度传感器插接器。

4）检查插接器和端子是否有腐蚀或损坏？

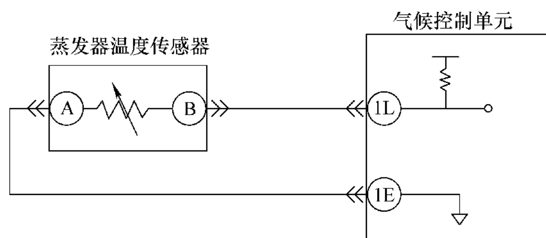


图 7-38 蒸发器温度传感器电路

是→进行步骤 5）。

否→修理或更换插接器。

5）使用万用表检查蒸发器温度传感器电阻值变化，如图 7-37 所示。电阻值是否在规定范围内？

是→进行步骤 6）。

否→更换蒸发器温度传感器。

6）连接好蒸发器温度传感器插接器以及蓄电池负极电缆。

7）将点火开关切换至 ON 位置。

8）检查气候控制单元线束侧 1L 的电压。电压是否约为 5V？

是→进行步骤 9）。

否→排除气候控制单元 1L 与蒸发器温度传感器 B 线路之间断路或短路故障。

9）使用万用表测量气候控制单元 1E 与蒸发器温度传感器 A 线路之间是否正常？

是→线路正常，使用良好的气候控制单元进行替换，若恢复正常，则更换气候控制单元。

否→排除气候控制单元 1E 与蒸发器温度传感器 A 线路断路或短路故障，必要时更换线束。



287. 如何排除马自达 3 日照传感器电路故障？

马自达 3 日照传感器电路如图7-39 所示，故障排除步骤如下：

1）将点火开关切换至 OFF 位置。

2）断开蓄电池负极电缆。

3）断开日照传感器插接器。

4）检查插接器和端子是否有腐蚀或损坏？

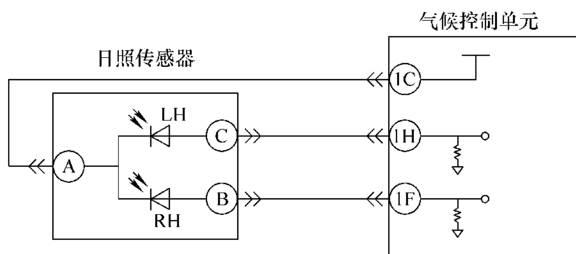


图 7-39 日照传感器电路

否→进行步骤 5）。

是→修理或更换插接器。

5）如图7-40所示，用白炽灯照到日照传感器上，然后将万用表（电压档）红表笔（+）连接至日照传感器接线端B或C，将黑表笔（-）连接至日照传感器接线端A，然后检查是否有电压输出？

是→进行步骤6）。

否→更换日照传感器。

6）断开气候控制单元插接器。

7）使用万用表测量气候控制单元与日照传感器连接线路（1H-C；1F-B；1C-A）是否正常？

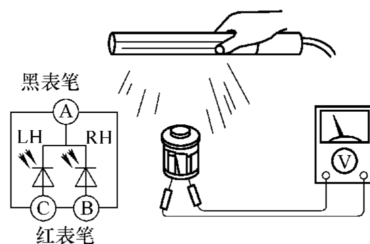


图7-40　测试日照传感器

是→线路正常，检查气候控制单元插接器有无腐蚀、损坏现象，若正常则更换气候控制单元。

否→排除气候控制单元与日照传感器线路断路或短路故障，必要时更换线束。



288. 如何人工读取本田思域轿车空调系统的故障？

1）关闭点火开关。

2）如图7-41所示，长按自动（AUTO）与再循环（RECIRCULATION）按钮，打开点火开关至ON（Ⅱ）位置，然后释放自动（AUTO）与再循环（RECIRCULATION）按钮。

3）所有LCD片断亮起2 s，然后自诊断功能开始。如果系统中存在故障，系统自动指示灯会闪烁“AUTO 88”字样，显示出故障。

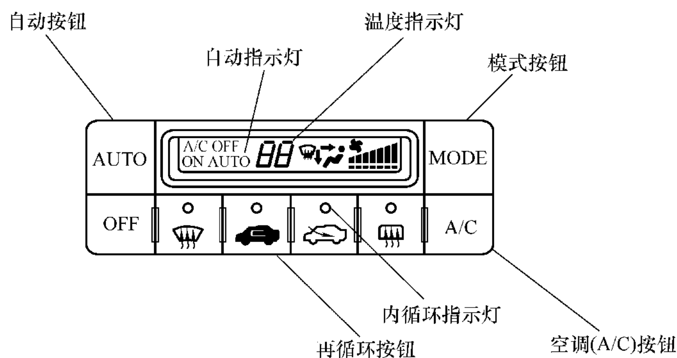


图7-41　空调系统控制界面



289. 如何运行本田思域轿车空调系统传感器输入显示模式？

1）关闭点火开关。

2）长按自动（AUTO）与模式（MODE）按钮，然后起动发动机。

3）发动机起动后，松开这两个按钮。显示板控制装置将闪烁显示传感器编号，而后显示传感器值，见表7-22 。

4）按A/C按钮进入下一个传感器。

5）按自动（AUTO）按钮或关闭点火开关即可取消传感器输入显示模式。



表 7-22 空调系统传感器显示值

传 感 器	项 目	显 示 值
1	模式定位	50BIT
2	车内温度	2 ~25℃
3	车外空气温度	3 ~28℃



290. 如何排除本田思域轿车空调（A/C）压缩机驱动器电路故障?

本田思域轿车空调（A/C）压缩机驱动器电路如图 7-42 所示。故障排除步骤如下:

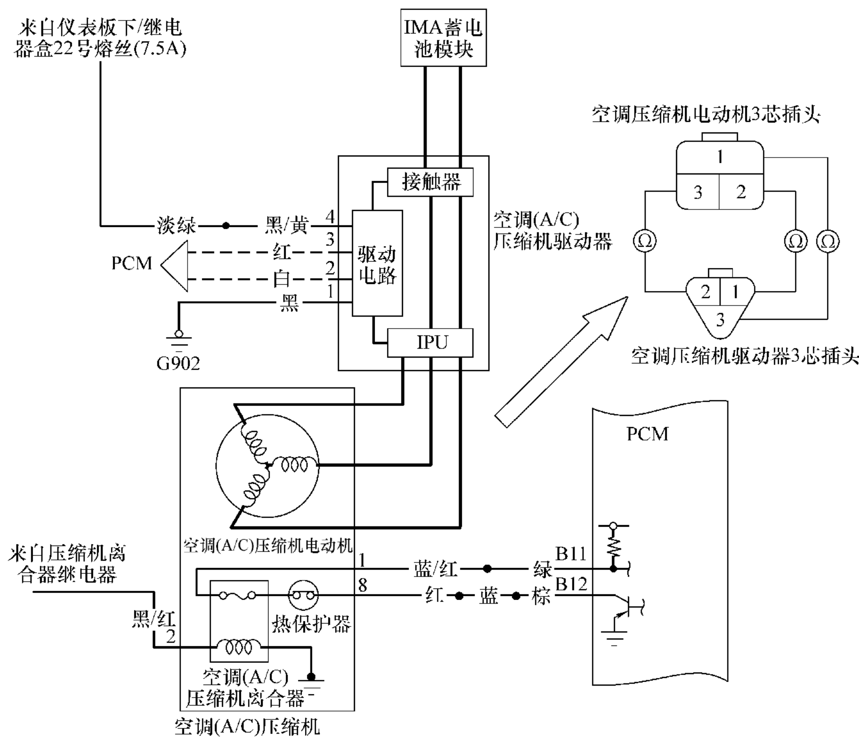


图 7-42 空调（A/C）压缩机驱动器电路

1）检查仪表板下熔丝/继电器盒内 22 号熔丝（7.5A）。

熔丝是否正常?

是→进行步骤 2）。

否→更换熔丝并重新检查。

2）拆下 IPU 盖。

3）检查空调（A/C）压缩机驱动器 3 芯插头与空调（A/C）压缩机驱动器是否连接良好?

是→进行步骤 4）。

否→间歇性故障，此时系统正常。

4）断开空调（A/C）压缩机电动机 3 芯插接器。

5）在IPU处，断开空调（A/C）压缩机驱动器3芯插头。

6）分别检查空调压缩机电动机3芯插头与空调压缩机驱动器3芯插头之间的导通性。是否导通？

是→更换空调压缩机。

否→更换空调压缩机电源线。



291. 如何排除本田思域轿车空调（A/C）压缩机驱动器电源电路故障？

1）检查仪表板下熔丝/继电器盒内22号熔丝（7.5A）。

熔丝是否正常？

是→进行步骤2）。

否→更换熔丝，并重新检查。

2）断开空调（A/C）压缩机驱动器4芯插接器。

3）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

4）如图7-43所示，测量空调（A/C）压缩机驱动器4芯插头4号端子与车身搭铁之间是否为蓄电池电压？

是→检查空调（A/C）压缩机驱动器4芯插接器是否连接不良或松动。如果连接良好，则使用运行良好的空调（A/C）压缩机驱动器替换，并重新检查。必要时更换空调（A/C）压缩机驱动器。

否→排除仪表板下熔丝/继电器盒内22号熔丝（7.5A）导线之间的断路故障。

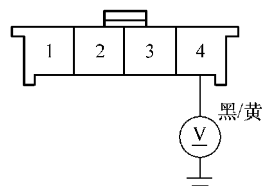


图7-43　测试A/C压缩机驱动器电源



292. 如何人工读取北京现代悦动轿车空调系统的故障码？

1）打开点火开关（ON）。

2）在按下控制面板“AUTO”开关的状态下，2s内按动“OFF”开关4次以上。

3）当LCD显示屏上图形以0.5s周期闪烁3次，如图7-44所示。此时开始自诊断，输出故障码。

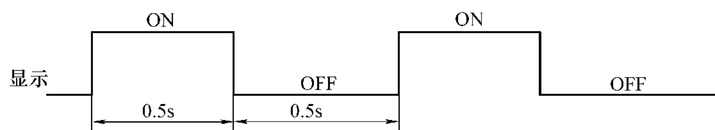


图7-44　故障码输出

4）当按下“OFF”开关则屏幕显示初始状态。



293. 如何排除北京现代悦动空调DTC B1202？

DTC B1202为发动机冷却液温度传感器（加热器水温传感器）信号电路断路故障，其控制电路如图7-45所示。故障排除步骤如下：



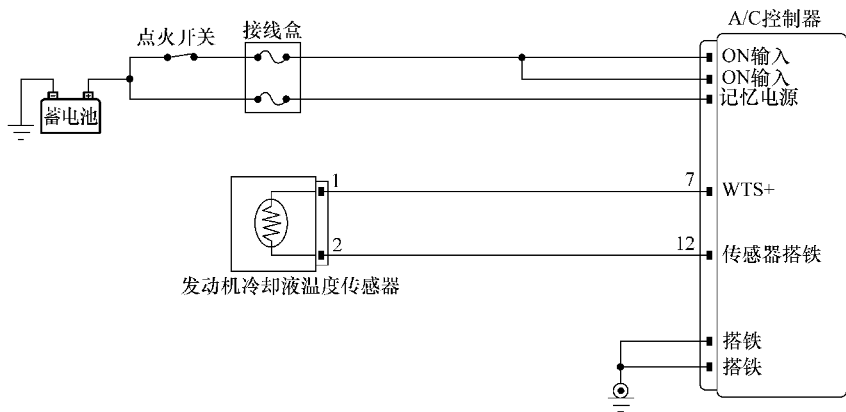


图 7-45 冷却液温度传感器电路

1）连接诊断仪到诊断插接器（DLC）。

2）暖机至正常工作温度。

3）读取故障码，是否显示 DTC B1202？DTC B1202 的显示如图 7-46 所示。

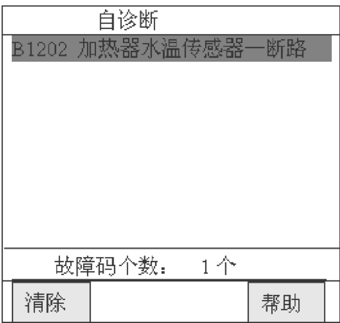


图 7-46 显示 DTC B1202

是→进行步骤 4）。

否→检查插接器是否松动或连接不良。

4）信号电路断路的检查

① 将点火开关置 OFF 位置。

② 将 A/C 控制器和冷却液温度传感器插接器断开。

③ 测量 A/C 控制器 7 号端子（WTS +）和冷却液温度传感器 1 号端子之间线束的电阻值，是否低于 1Ω？

是→进行步骤 5）。

否→排除 A/C 控制器 7 号端子和冷却液温度传感器 1 号端子之间线束的断路故障。

5）传感器搭铁（接地）电路断路检查

① 将点火开关置 OFF 位置。

② 将 A/C 控制器和冷却液温度传感器插接器断开。

③ 测量 A/C 控制器 12 号端子和冷却液温度传感器 2 号端子之间线束的电阻值，是否低于 1Ω？

是→更换冷却液温度传感器故障。

否→排除 A/C 控制器 12 号端子和冷却液温度传感器 2 号端子之间线束的断路故障。



294. 如何排除北京现代悦动空调 DTC B1208？

DTC B1208 为内外气选择风门执行器信号电路断路或连接不良故障，其控制电路如图 7-47 所示。故障排除步骤如下：

1）将诊断仪连接到诊断插接器（DLC）。

2）暖机至正常工作温度。

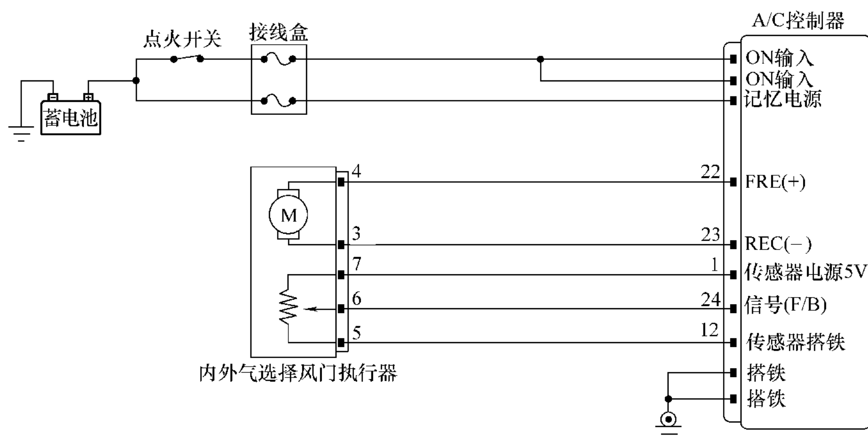


图7-47　内外气选择风门执行器控制电路

3）读取故障码，是否显示DTC B1208？DTC B1208的显示如图7-48所示。

是→进行步骤4）。

否→检查插接器是否松动或连接不良。

4）电源电路检查

① 将点火开关置OFF位置。

② 拔下内外气选择执行器插接器插头。

③ 点火开关“ON”（发动机“OFF”）。

④ 使用万用表测量内外气选择执行器线束插接器的插头7号端子与搭铁之间的电压，是否约为5V？

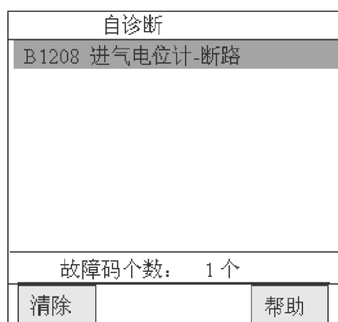


图7-48　显示DTC B1208

是→进行步骤6）。

否→排除内外气选择执行器线束插接器的插头7号端子与A/C控制器1号端子之间的断路故障。

5）拔下A/C控制器，分别测试内外气选择执行器与A/C控制器的端子6－24、5－12之间线路电阻是否正常。

是→用良好的进气执行器替代并检查工作是否正常。如果不再出现故障，更换内外气选择执行器。

否→排除内外气选择执行器插头与A/C控制器插头端子6－24以及5－12之间的断路故障。

295. 如何排除北京现代悦动空调DTC B1233？

DTC B1233为车内温度传感器信号电路短路或传感器电压值过低故障，其控制电路如图7-49所示。故障排除步骤如下：

1）将诊断仪连接到诊断插接器（DLC）。

2）暖机至正常工作温度。

3）读取故障码，是否显示DTC B1233？DTC B1233的显示如图7-50所示。



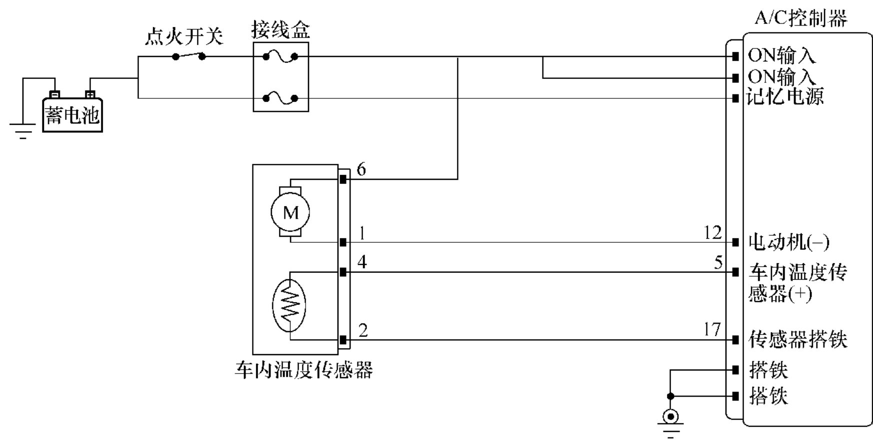


图 7-49　车内温度传感器控制电路

是→进行步骤 4）。

否→检查插接器是否松动或连接不良。

4）信号电路短路检查

① 将点火开关置 OFF 位置。

② 拔下 A/C 控制器和车内温度传感器插接器。

③ 测量车内温度传感器线束插接器 4 号端子与 A/C 控制器 5 号端子之间电阻是否为无穷大?

是→进行步骤 5）。

否→排除车内温度传感器线束插接器 4 号端子与 A/C 控制器 5 号端子线路短路故障。

5）拆下车内温度传感器。

6）使用万用表测量车内温度传感器两端子之间的电阻，规定值见表 7-23 。车内温度传感器电阻值是否符合规定?

自诊断

DTC B1233 车内温度传感器-短路

故障码个数：　1 个

清除　帮助

图 7-50　DTC B1233 的显示

表 7-23　车内温度传感器电阻规定值

温度/℃	电阻值/kΩ
−15	216.07
0	97.71
2.5	30
3.5	19.59
15	15.13
50	10.81

第八章　防抱死制动系统与其他辅助制动系统

本章学习要点

1. 了解 ABS 的检修注意事项
2. 掌握 ABS 的自诊断系统检测、故障码读取和清除
3. 掌握征兆模拟测试法并能检测 ABS 系统故障
4. 掌握 ABS 电气故障的检修
5. 熟悉 ASR 结构与工作原理
6. 掌握 ASR 系统检测、故障码读取和清除
7. 了解 ASR 系统部件及电路故障排除
8. 了解 ESP 作用、组成及工作原理
9. 掌握 ESP 系统部件及电路故障排除



背景知识加油站 1　防抱死制动系统

一、防抱死制动系统元件布置

防抱死制动系统（ABS）由 ABS ECU 和液压调节器、ABS 执行器、车轮转速传感器等组成，如图 8-1 所示。

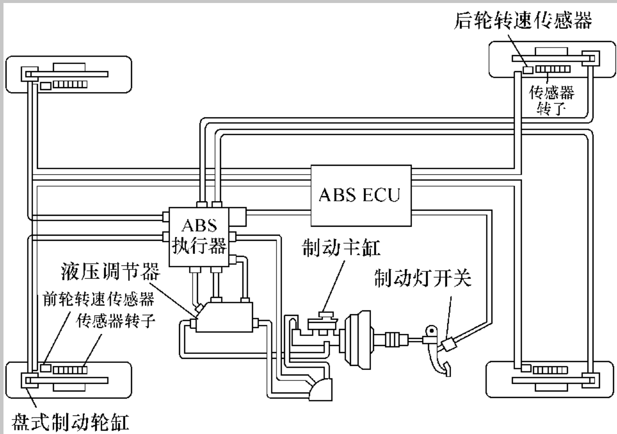


图 8-1　ABS 元件布置

二、防抱死制动系统工作原理

防抱死制动系统中，每个车轮上各安装一个转速传感器，将有关各车轮转速的信号输



入电子控制单元 ABS ECU。ABS ECU 根据各车轮转速传感器输入的信号对各个车轮的运动状态进行监测和判定，并形成相应的控制指令。液压调节器主要由调压电磁阀、电动泵和储液器等组成一个独立的整体，通过制动管路与制动主缸和各制动轮缸相连。制动压力调节器受 ABS ECU 的控制，对各制动轮缸的制动压力进行调节。



296. 检修 ABS 前有哪些注意事项？

1）对 ABS 进行诊断时，首先使用故障检测仪读取故障码。

2）当需要拆卸 ABS ECU 上的插接器插头时必须关闭点火开关。

3）维修 ABS 液压控制装置时，首先进行泄压，以免高压油喷出伤人。关闭点火开关，连续踩下制动踏板 30～40 次，直至感觉制动踏板无阻力为止。

4）更换 ABS 轮速传感器时，注意不要碰伤传感器头，也不能将传感器齿圈当撬面，以免损坏。此外，检查确保 ABS 齿圈安装正确。

5）ABS 维修完成后应清除故障码，然后进行试车，检验 ABS 工作情况是否正常。



297. 如何通过 ABS 自检判断系统是否正常？

1）将点火开关转到 ON 位置时，仪表上的 ABS 指示灯必须点亮，此时系统进行自检，若无故障，4s 后指示灯自动熄灭，否则说明 ABS 系统有故障。

2）将点火开关转至 ON 位置，ABS 指示灯应亮，当车速达到 10km/h 时，指示灯应自动熄灭，否则说明 ABS 有故障。

3）将点火开关转至 ON 位置时，ABS 液压泵应有短暂的响声，否则说明 ABS 液压泵失效。



298. 如何进行 ABS 的初步检测？

1）检查驻车制动是否完全释放。

2）检查制动液液面是否在规定的范围之内。

3）检查 ABS 电控单元的导线插头、插座连接是否良好，插接器及导线是否损坏。

4）检查制动液压调节器上的电磁阀插接器、制动液压调节器上的主控制阀插接器、连接压力警告开关和压力控制开关的插接器、制动液液面指示灯开关插接器、四轮车速传感器的插接器、电动泵插接器等插头与插座和导线的连接或接触是否良好。

5）检查 ABS 控制单元、制动液压控制装置等搭铁（接地）端的接触是否良好。

6）检查 ABS 各零件有无明显损伤。

7）检查制动警告灯及 ABS 故障指示灯工作是否正常。



299. 获取 ABS 故障码有哪些主要方法？

（1）跨接自诊断启动电路读取法

① 将点火开关置于 OFF 位置。

② 用跨接线跨接诊断插座中的相应端子。

③ 将点火开关置于 ON 位置，以发光二极管的闪烁次数确定故障码。

（2）借助专用诊断测试仪读取法

（3）利用汽车仪表板上的信息显示系统读取法



300. 如何进行ABS的试车检测？

学习提示：通过试车检查ABS的工作情况，并确认故障症状。试车检查的方法是先以30km/h左右的车速减速制动使其停车，然后以40km/h左右的车速紧急制动，观察制动过程中轮胎印迹的变化。

ABS的试车检测见表8-1。

表8-1　ABS的试车检测表

项目	故障类型
（1）根据制动的轮胎印迹判断	当紧急制动时，若在路面上留下拖印痕迹，则说明ABS系统存在车轮抱死故障
（2）根据制动时汽车的方向稳定性判断	当减速制动，汽车直线行驶，而紧急制动时有跑偏甚至侧滑现象，说明ABS系统存在故障；若试车时减速制动，有跑偏现象，一般为常规制动系统故障
（3）根据制动踏板的感觉判断	① 当发动机起动后，踩下制动踏板，制动踏板有反弹现象，说明ABS在工作，其踏板反弹是因ABS油泵运转时，储液器油液被压抽到制动主缸引起
	② 试车时，当踩下制动踏板时，感到有轻微的振动现象，表明ABS在工作，其踏板振动是因ABS工作时，制动系统轮缸的油压“减压→保压→增压”的循环过程引起；若感觉不到制动踏板的连续振动，说明ABS存在故障



301. 如何清除ABS的故障码？

1）将故障诊断仪连接到诊断口。

2）将点火开关转到ON位置。

3）打开故障诊断议电源开关。

4）使用故障诊断仪清除故障码。



302. 怎样使用故障征兆模拟测试法检测ABS系统故障？

1）将汽车顶起，使4个车轮均悬空。

2）起动发动机。

3）将变速杆拨到前进档（D）位置，观察仪表板上的ABS故障指示灯是否点亮。若ABS故障指示灯亮，表示后轮差速器的车速传感器不良。

4）如果ABS故障指示灯不亮，则转动左前轮。此时ABS故障指示灯若点亮，则表示左前轮车速传感器正常；反之，ABS故障指示灯若不亮，即表示左前轮车速传感器不良。

5）右前轮车速传感器测试方法与左前轮车速传感器测试方法相同。



303. 怎样排除ABS电路异常引起的故障？

1）检查ABS电路的搭铁是否正常。



2）检查 ABS 的线束是否出现断路或短路的情况。

3）使用万用表并根据维修手册检查 ABS 电路是否正常。



304. 车轮转速传感器的结构与原理如何？

（1）车轮转速传感器的结构　车轮转速传感器一般由磁感应传感头和齿圈组成，如图 8-2 所示。

（2）车轮转速传感器原理　当齿圈的齿隙与传感器的铁心端部相对时，铁心端部与齿圈之间的空气间隙最大，传感器永磁性铁心所产生的磁力线就不容易通过齿圈，感应线圈周围的磁场较弱，如图 8-3a 所示。

当齿圈的齿顶与传感器的铁心端部相对时，铁心端部与齿圈的空气间隙最小，传感器永磁性铁心所产生的磁力线就容易通过齿圈，感应线圈周围的磁场就较强，如图 8-3b 所示。

当齿圈随同车轮转动时，齿圈的齿顶和齿隙就交替地与传感器铁心端部相对，传感器感应线圈周围的磁场随之发生强弱交替变化，在感应线圈中就会产生交变电压。交变电压的频率与齿圈齿数和转速成正比，如图 8-3c 所示。

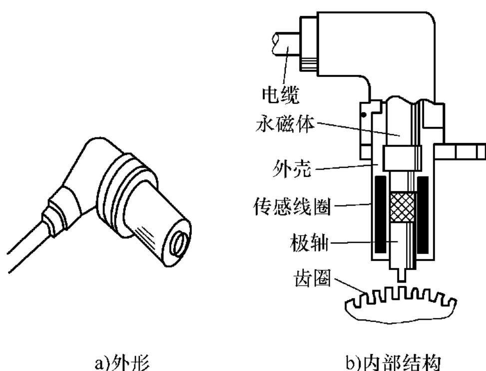


图 8-2　车轮转速传感器结构

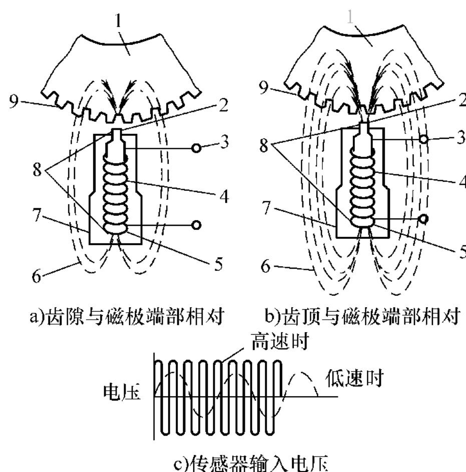


图 8-3　车轮转速传感器原理

1—齿圈　2—磁极端部　3—感应线圈引线　4—感应线圈　5—永磁性磁极　6—磁力线　7—传感器壳体　8—磁极　9—齿圈齿顶

知识链接

（1）检查传感器线圈电阻

① 拆下车轮转速传感器的连接插头，用万用表分别检查 2 个端子与车身的导通情况，正常时应不导通，否则传感器有搭铁故障。

② 用万用表测量传感器线圈阻值，正常情况下电阻值应为 600 ~ 2300Ω，如果阻值不符合标准时，应更换。

（2）转子齿圈的检查

① 检查转子齿圈有无裂纹、缺齿和断齿，齿圈的齿与齿之间是否有吸附铁屑或异物。

② 用塞尺检查传感器顶部端面与齿圈之间的间隙应为 1mm 左右。

305. 如何分解ABS液压泵？

1）拆下ABS液压泵总成。

2）将压力调节器与ABS ECU拆开并将其分解，如图8-4所示。

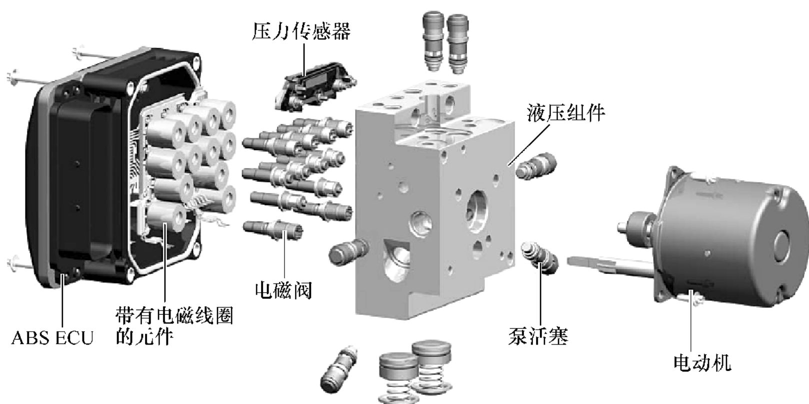


图8-4　分解电磁阀

3）当分解开ABS ECU后，在带有电磁线圈的元件上盖一块干净且不起毛的布。

306. 如何检测电磁阀工作是否正常？

电磁阀工作情况的检测见表8-2。

表8-2　电磁阀工作情况的检测表

项目	故障类型
（1）听响声	正常情况下，在开闭点火开关的同时电磁阀会发出“啪嗒”、“啪嗒”声，否则电磁阀不正常
（2）测量电阻值	用万用表测量压力调节器的电阻值，正常时应为30～60Ω，否则说明电磁阀故障
（3）用手感测	如果在反复“打开→关闭→打开”点火开关时，电磁阀没有响声，直接给电磁阀施加电压，同时用手感测电磁阀是否振动，有振动说明电磁阀阀心卡住，应更换电磁阀

307. 如何对ABS液压回路进行放气？

1）将尼龙管插到右后排气阀上。

2）将制动踏板踩到底4到5次。

3）踩住制动踏板，松开排气阀排出制动管路中的空气，然后立即拧紧。

4）重复步骤2）、3），直到没有空气再排出。

5）将排气阀拧紧到规定的力矩。

6）按照上面1）～4）的步骤，并使制动液储液罐内的油液至少保持一半的情况下，按照右后、左前、左后以及右前的顺序排气。





背景知识加油站 2　其他辅助制动系统

一、ASR 与 ESP 的区别

ESP（Electronic Stability Program，车身电子稳定系统）包含 ABS 及 ASR（Acceleration Slip Regulation，驱动防滑系统），是这两种系统功能上的延伸。ESP 是当前汽车防滑装置的最高级形式。有 ESP 与只有 ABS 及 ASR 的汽车，它们之间的差别在于 ABS 及 ASR 只能被动地作出反应，而 ESP 则能够探测和分析车况并纠正驾驶的错误，属于主动安全性能。

二、ABS/ASR/ESP 控制单元工作原理

ABS/ASR/ESP 控制单元与液压控制装置集成在一起组成一个总成。控制单元持续监测并判断的输入信号有：蓄电池电压、车轮速度、转向盘转角、横向偏摆率以及点火开关、停车灯开关、串行数据通信电路等信号。

根据所接收的输入信号，ABS/ASR/ESP 电子控制单元将向液压控制装置、发动机控制单元、组合仪表和串行数据通信电路等发送控制信号。



308. ASR 的作用与优点是什么？

（1）作用　ASR 的作用是在汽车驱动时，将车轮的滑移率控制在较为理想的范围之内，使车辆在紧急驱动时有较好的操纵稳定性且牵引力最大。

（2）优点

1）在汽车起步、行驶过程中提供最佳驱动力，从而提高了汽车的动力性，特别是附着系数较小的路面上，可以使起步、加速性能和爬坡能力保持良好状态。

2）能保持汽车的方向稳定性和前轮驱动汽车的转向控制能力。

3）减少轮胎磨损和降低发动机油耗 。



309. ASR 结构与工作原理如何？

（1）结构　ASR 由轮速传感器、节气门位置传感器、ABS/ASR ECU、执行器、车轮制动器等组成。

（2）工作原理　ASR ECU 根据从前后轮速传感器传递的信号及发动机节气门开度信号来判断汽车的行驶条件，经过分析判断，对副节气门执行器、ASR 制动执行器发出指令，执行器完成对发动机供油系统或点火时刻的控制，然后对车轮制动器制动压力进行调整，如图 8-5 所示。

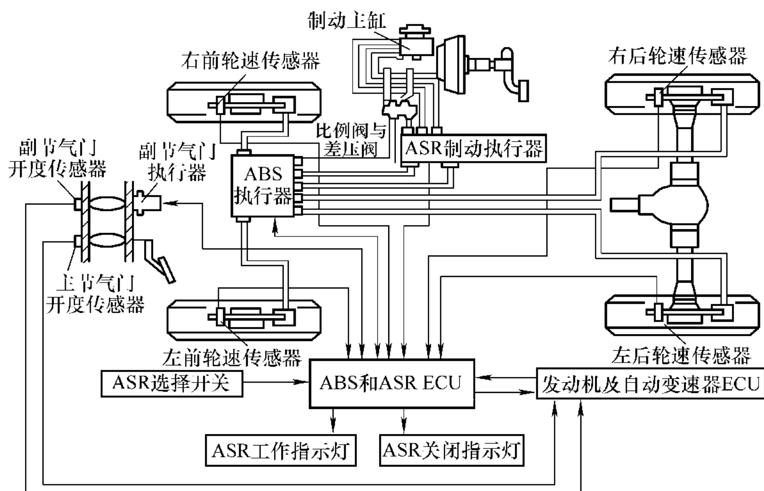


图 8-5　ASR 结构与工作原理



310. ASR 控制类型有哪些?

ASR 控制类型见表 8-3。

表 8-3　ASR 控制类型

类型	具 体 内 容
(1) 发动机输出功率控制	当汽车加速踏板踩踏过深时，会因为驱动力过大而出现两边的驱动车轮都滑转的情况，此时 ASR ECU 输出控制信号发送给发动机 ECU，然后调节气门的开度来控制喷油量和点火时间，以抑制驱动车轮的滑转
(2) 防滑差速器锁止控制	当一边的驱动轮出现滑转或两边的驱动车轮有不同程度的滑转时，ASR ECU 输出控制信号，通过液压控制装置调节差速器的锁止程度，以提高汽车的驱动力和行驶稳定性
(3) 驱动轮制动控制	当驱动轮单边滑转时，ASR ECU 输出控制信号，对滑转车轮施以制动力，使车轮的滑转率控制在目标范围之内
(4) 发动机输出功率与驱动轮制动综合控制	汽车在行驶过程中，路面滑溜的情况千差万别，驱动力的状态也是不断变化，综合控制系统将根据发动机的状况和车轮滑转的实际情况采取相应的控制措施



311. ASR 副节气门执行器怎么工作?

ASR 控制系统通过改变发动机副节气门执行器的开度来控制发动机的输出功率，如图 8-6 所示。



学习提示：副节气门执行器由步进电动机和传动机构（包括副节气门等）组成，步进电动机根据 ASR ECU 输出的控制脉冲转动规定的转角，通过传动机构带动副节气门转动。当 ASR 不起作用时，副节气门处于全开位置；当需要减少发动机驱动力来控制车轮滑转时，ASR ECU 输出信号使步进电动机工作，改变副节气门开度来控制空气进气量，达到控制发动机输出功率的目的。

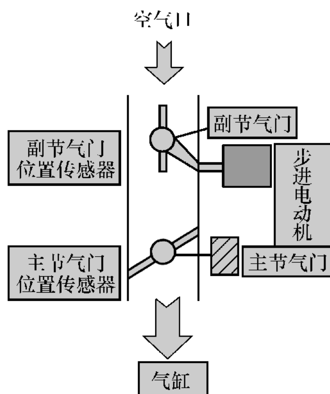


图 8-6　ASR 副节气门执行器工作过程



312. 如何读取 ASR 的故障码？

以大众车系为例，说明 ASR 的故障码的读取方法。

1）连接故障阅读仪 V. A. G1551，接通点火开关，按键“0”和“3”选择“制动电子”并确认。屏幕显示：

快速数据传输	帮助
功能选择　××	

2）按键“0”和“2”，用 02 输入查询故障码。屏幕显示：

快速数据传输	Q
02－查询故障码	

3）按“Q”键确认。屏幕显示所储存的故障数目或显示“无故障”。如屏幕显示：

X 个故障被识别或 无故障 →

4）根据所显示的故障码，查询故障码表即可确定故障的部位。在屏幕显示无故障后，按“→”则键回到原始状态。按键“0”和“6”可结束输出。



313. 如何清除 ASR 故障码？

以大众车系为例，说明 ASR 故障码的清除方法。

1）在故障阅读仪显示屏显示“选择功能××”的状态下，按“0”和“5”键，用 05 选择“清除故障码”，故障阅读仪显示屏显示“05—清除故障码”。

2）按“Q”键确认输入，故障阅读仪显示屏显示“故障储存被清除”。如果故障阅读仪显示屏显示“注意！没有查询故障码”，则说明在进行清除故障码操作之前没有执行查询故障码操作。

3）按“→”键，故障阅读仪显示屏显示“选择功能××”。

4）按“0”和“6”键，故障阅读仪显示屏显示“06—结束输出”。

5）按“Q”键确认输入，故障阅读仪显示屏显示“输出结束”。

6）关闭点火开关，拆下故障阅读仪 VAG 1551 的插头连接，打开点火开关，ASR 指示

灯必须亮约2s后熄灭。进行试行驶期间，车速不低于60km/h并且行驶时间应超过30s，此时ABS/ASR指示灯和制动指示灯应不亮。



314. ASR系统的检修有哪些注意事项？

1）在点火开关处于打开位置时，不要拆装有关的电器组件和线束插头。

2）ABS/ASR系统的电控单元对过电压和静电非常敏感，使用中要保证蓄电池电压正常，并注意防止静电。

3）维修蓄压器时，要先泄压，以免高压制动液喷出伤人。另外，在未维修完之前，不要接通点火开关，以免电动油泵运转，使系统压力升高。

4）经常保持车轮速度传感器的清洁，维修过程中不要硬撬或敲击车轮速度传感器。

5）大多数ABS/ASR系统中的车轮速度传感器、电控单元和液压调节装置是不可修复的，如有损坏，应整体更换。

6）按规定加注和更换制动液，并按照规定的方法和顺序排除装置中的空气。



315. ASR系统检修内容包括哪些？

如果确定ASR系统存在故障，必须进行调整和修理，检修内容包括以下几方面：

1）泄去ASR系统中的压力。

2）对故障部位进行调整、拆卸、修理，必要时更换新件。此外必须按照相应的规定进行。

3）按照规定步骤进气排气。

4）对于电子控制部件，若发现故障，一般不给予维修，应整体更换。



316. ASR系统初步检查的内容包括哪些？

1）检查蓄电池的电压是否在规定范围内以及蓄电池正、负极电缆连接是否牢固可靠。

2）检查驻车制动是否完全释放。

3）检查制动主缸液面高度是否符合规定。

4）检查ABS/ASR ECU的插脚与插座是否有松动或接触不良现象。

5）检查液压调节器上的电磁阀以及主控制阀插接器、压力警告开关和压力控制开关的插接器、制动液面高度指示开关的插接器、所有车轮速度传感器的插接器、电动油泵插接器等连接和接触是否良好。

6）检查所有熔丝和继电器是否正常，插接是否牢固。

7）检查ABS/ASR ECU、液压控制装置的搭铁端是否良好。

8）检查汽车轮胎花纹深度是否符合规定。



317. 如何排除ASR指示灯常亮故障？

1）检查CAN通信系统是否正常。

2）检查ASR ECU插接器是否牢固连接，应将插接器正确连接到ASR ECU上。

3）检查蓄电池电压，应在11～14 V之间，否则应更换或补充充电。

4）使用诊断仪主动测试组合仪表ASR指示灯打开或关闭是否正常，若不正常应更换组



合仪表。

5）若以上检查均正常，确保其他传感器良好的情况下，必要时更换 ABS/ASR ECU 和液压控制器总成。



318. 如何排除 ASR 制动主缸压力传感器故障?

1）检查当踩下制动踏板时，制动灯是否亮起，以及松开制动踏板时制动灯是否熄灭，若正常进行下一步；否则应排除制动灯电路故障。

2）将故障诊断仪连接到诊断插头上，起动发动机，然后读取诊断仪制动主缸压力传感器数据，若正常进行下一步；否则应更换 ABS/ASR ECU 和液压控制器总成。

3）检查踩下制动踏板时，从故障诊断仪上观察到的制动灯状态是否发生变化，若变化正常，系统为间歇性故障，排除插接器插头松动故障；否则应更换 ABS/ASR ECU 和液压控制器总成。



319. 如何排除 ASR 蜂鸣器控制电路故障?

以丰田凯美瑞轿车为例，其 ASR 蜂鸣器控制电路如图 8-7 所示。

学习提示：丰田轿车 ASR 系统也称为 TRC 控制系统。

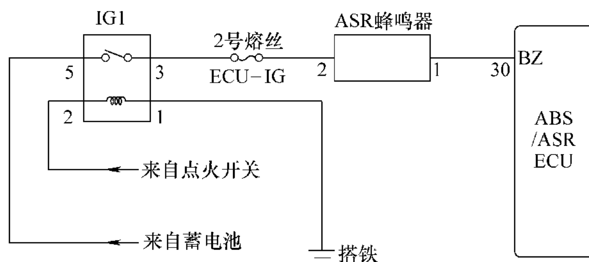


图 8-7　ASR 蜂鸣器控制电路

1）将智能测试仪连接到 DLC3 上。

2）起动发动机。

3）选择智能测试仪上的 Active Test mode（主动测试模式）。

4）用智能测试仪检查 ASR 蜂鸣器 在 ON 或 OFF 之间转换时，蜂鸣器是否也在鸣响或停止之间变化，若变化正常，系统为间歇性故障，排除插接器插头松动故障；否则应进行下一步检查。

5）将 ASR 蜂鸣器端子 1 连接至蓄电池负极，端子 2 连接至蓄电池正极，然后检查蜂鸣器是否鸣响，若正常进行下一步；否则应更换 ASR 蜂鸣器。

6）将点火开关转到 OFF 位置。

7）断开 ASR 蜂鸣器插接器。

8）点火开关转到 ON（IG）位置，使用万用表测量 ASR 蜂鸣器端子 2 与搭铁之间电压，应为 10 ~14V，若正常进行下一步；否则应排除电源电路线束故障。

9）将点火开关转到 OFF 位置。

10）断开 ABS/ASR ECU 插接器。

11）使用万用表检查 ABS/ASR ECU 端子 30 与 ASR 蜂鸣器端子 1 之间的导通性，若正常，系统为间歇性故障，排除插接器插头松动故障；否则应修理或更换线束，必要时应更换 ABS/ASR ECU 和液压控制器总成。



320. ESP 的作用和特点是什么？

（1）作用　ESP 能够识别车辆不稳定状态，在汽车急转弯时，通过对制动系统、发动机等实施控制，保持车身稳定，改善汽车操纵性。

学习提示：ESP 属于车辆的主动安全系统，也称为动态驾驶控制系统。

（2）特点

1）实时监控。ESP 能够实时监控驾驶人的操控动作、路面反应、汽车运动状态，并不断向发动机和制动系统发出指令。

2）主动干预。ESP 可以通过主动调控发动机的转速，并调整每个车轮的驱动力和制动力，来修正汽车的过度转向和转向不足。而 ABS 等安全技术主要是对驾驶人的动作起干预作用，但不能调控发动机。

3）事先提醒。当驾驶人操作不当或路面异常时，ESP 会以警告灯的形式警示驾驶人。



321. ESP 由哪些部件组成？

ESP 主要由轮速传感器、横摆率传感器、转向盘转角速度传感器、ESP ECU、制动主缸压力传感器、节气门位置传感、执行器及 ESP 指示灯等组成，如图 8-8 所示。

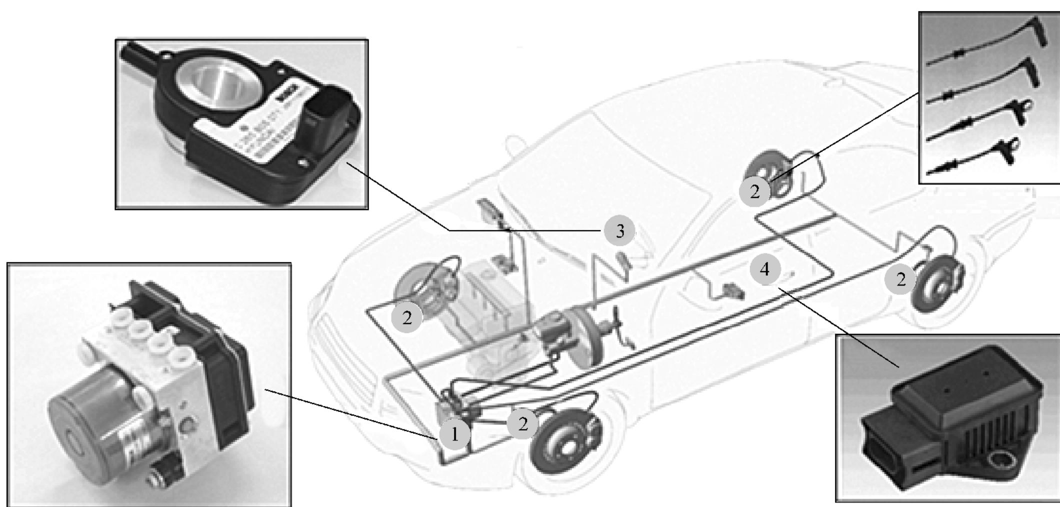


图 8-8　ESP 部件位置

1—ESP ECU　2—轮速传感器　3—转向盘转角速度传感器　4—横摆率传感器



322. ESP 的工作过程如何？

ESP ECU 接收各种传感器信号，通过计算和判断后发出指令，然后调整发动机的转速



和车轮上的制动力。如果实际行驶轨迹与期望的行驶轨迹发生偏差，则 ESP 系统自动对某一车轮施加制动，从而修正汽车的转向过度或转向不足，如图 8-9 所示，以避免汽车打滑、转向过度、转向不足和抱死，从而保证汽车的行驶安全。

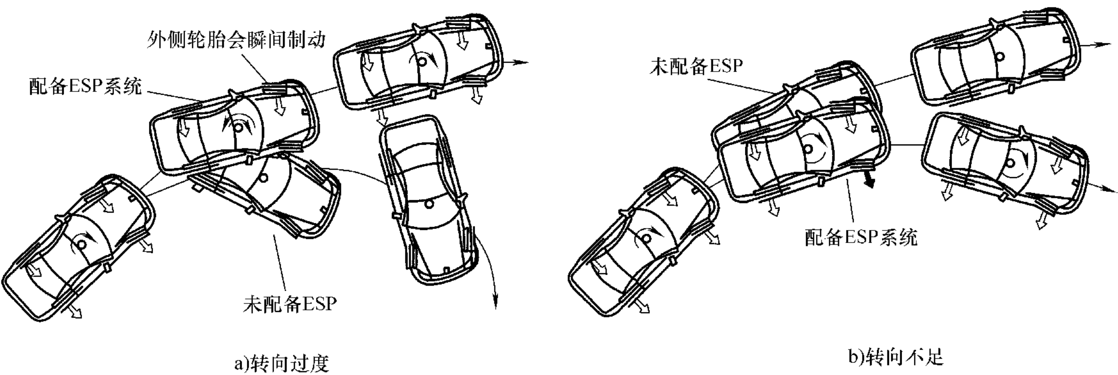


图 8-9　ESP 的工作过程



323. ESP 系统的检修方法有哪些？

ESP 系统的检修方法见表 8-4。

表 8-4　ESP 系统的检修方法

方法	具体内容
（1）目视检查	① 检查管路有无损坏。 ② 检查制动器有无拖滞现象。 ③ 检查所有继电器、熔丝是否完好，插接是否牢固。 ④ 检查 ABS/ASR/ESP ECU 和液压调节器总成有无损坏。 ⑤ 检查传感器及线路有无损坏
（2）自诊断	ABS/ASR/ESP ECU 出现故障后，控制单元可记忆相应的故障码。如大众车系可以使用故障诊断仪 V. A. S5051 读取、清除故障码，还可以阅读数据流并进行液压控制单元电磁阀测试、电子稳定控制系统液压回路测试、系统排气测试等



324. 怎样校准转向盘转角速度传感器？

学习提示：当车辆沿直线行驶了 15min 或以上时，ABS/ASR/ESPECU 将该行驶方向设定为正前方向。如果检测到转向盘转角速度传感器偏离正前方向，当偏离度等于或小于 15°，控制单元自动执行转向盘转角传感器校准；当偏离度大于 15°，则设置必须使用故障诊断仪进行校正。

以大众车系转向盘速度转角传感器校准操作为例，校准方法如下：

1）路试车辆并记录车辆笔直向前行驶时的转向盘位置。

2）将 V. A. S5051 连接到车辆上，并执行“V. A. S5051 转向盘转角传感器校准程序”中的指示。

3）最后确认 ABS/ASR/ESP－ECU 系统的操作恢复正常。

325. 如何排除转向盘转角速度传感器故障？

（1）检查传感器安装

1）检查传感器电源是否正常（包括接插针脚），若不正常则排除电源电路故障。

2）检查传感器搭铁线是否良好，触点处有无氧化等情况，若不正常，更换线束。

（2）用诊断仪测试传感器

1）连接诊断仪，读取并记录故障码。

2）清除故障码，重新读取故障码，若出现故障码则按诊断仪提示进行；若不再出现故障码，为间歇性故障，系统正常。

3）进行故障模拟测试，观察故障是否重现。

（3）用示波器测试传感器

1）点火开关置 OFF 位置，断开转向盘转角速度传感器的线束插接器插头。

2）如图 8-10 所示，连接好线路，并给传感器3号、2号端子施加12V 蓄电池电压，然后转动转向盘。此时用示波器检测 1 号端子的波形，应如图 8-10 所示，如果波形异常应更换传感器。

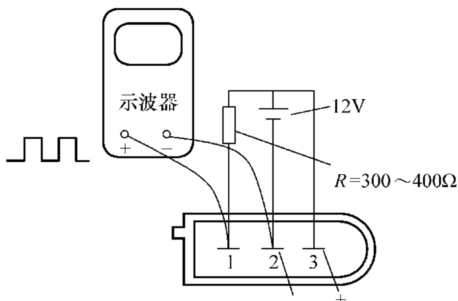


图 8-10　示波器测试传感器

326. 如何排除横摆率传感器故障？

横摆率传感器故障处理见表 8-5。

表 8-5　横摆率传感器故障处理

项目	具体操作
（1）检查传感器安装	① 检查传感器电源是否正常（包括接插针脚），若不正常则排除电源电路故障 ② 检查传感器搭铁线是否良好，触点处有无氧化等情况，若不正常，更换线束
（2）读取横摆率传感器数据流	①点火开关置 OFF 位置 ② 连接诊断仪 ③ 保持点火开关在 OFF 位置 10s 以上 ④ 一人驾驶汽车，一人操作诊断仪，按照诊断仪提示读取并记录横摆率传感器数据流 ⑤ 数据显示应为 0～5V，且随汽车横摆速度的变化而变化，当汽车处于静止状态时为 2.5V 左右。否则应更换传感器或排除连接电路故障

327. 如何排除发动机起动后 ESP 指示灯常亮故障？

ESP 指示灯常亮故障的排除方法如图 8-11 所示。



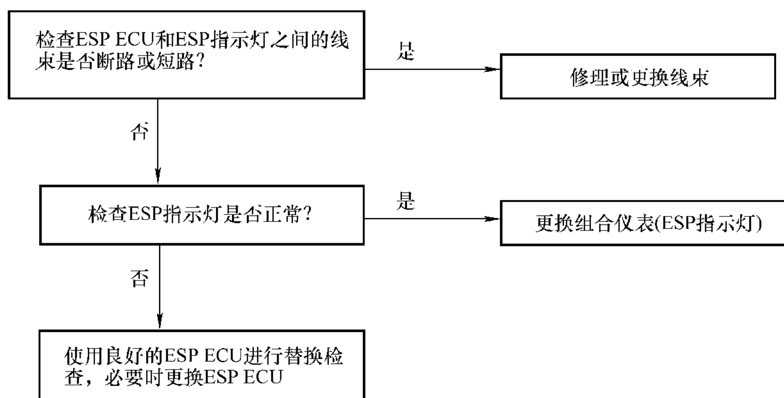


图 8-11　ESP 指示灯常亮故障的排除



328. 如何排除 ESP ECU 供电故障?

ESP ECU 供电故障的排除方法如图 8-12 所示。

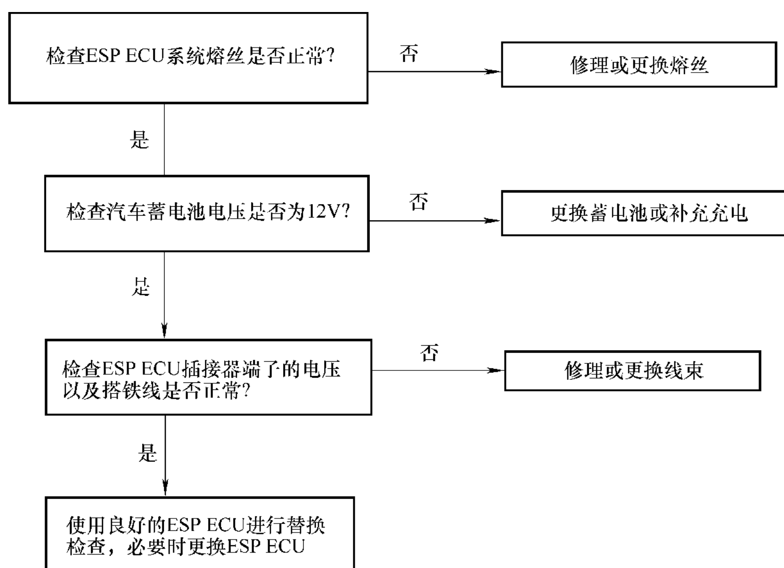


图 8-12　ESP ECU 供电故障的排除



329. 如何排除 ESP CAN 总线故障?

ESP CAN 总线故障的排除方法如图 8-13 所示。

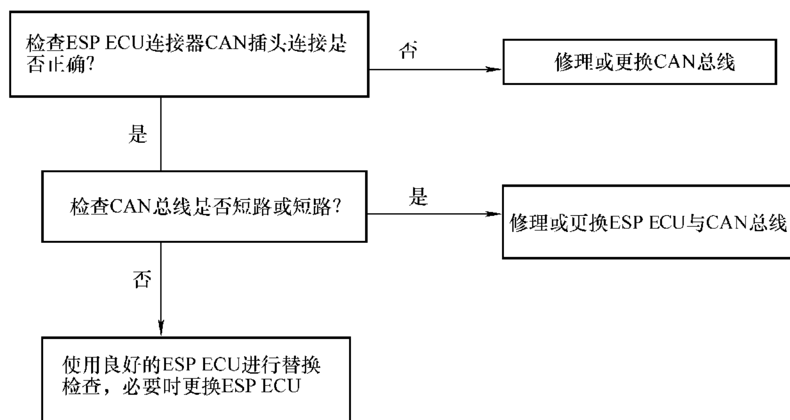


图8-13　ESP CAN总线故障的排除

330. 如何排除ESP工作异常故障?

ESP工作异常故障的排除方法如图8-14所示。

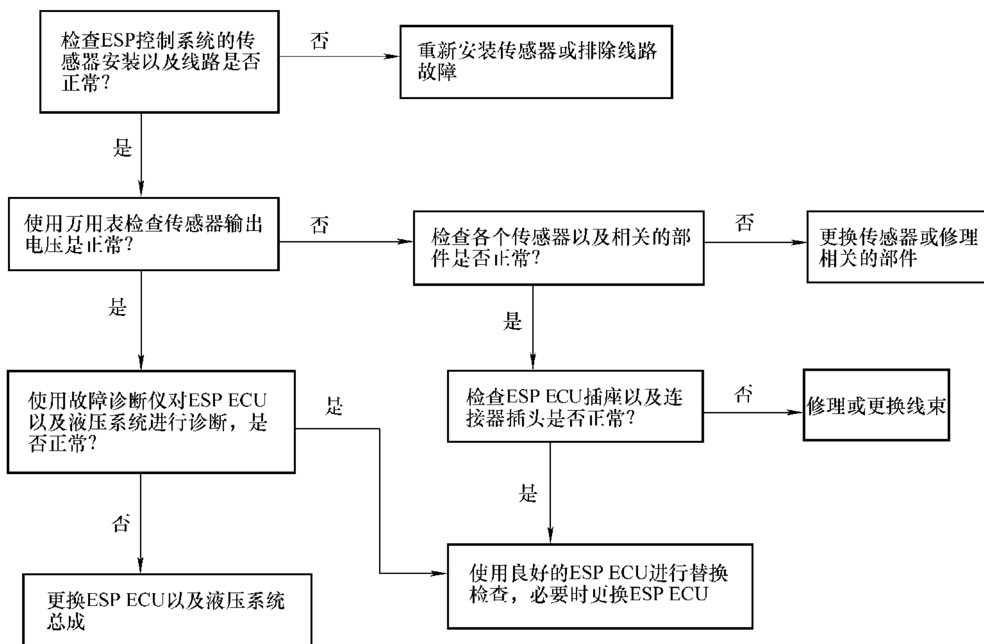


图8-14　ESP工作异常故障的排除

第九章　安全气囊系统

本章学习要点

1. 了解安全气囊系统的功用、种类及组成
2. 了解安全气囊系统的线束连接器的安全知识
3. 掌握调整安全气囊螺旋电缆的方法
4. 熟悉各种碰撞传感器的结构与原理
5. 熟悉常见车系安全气囊系统故障的排除方法



背景知识加油站 1　安全气囊基本知识

一、安全气囊概述

汽车安全气囊系统，简称 SRS，是一种辅助保护系统，可以减轻碰撞事故中乘员伤害程度。目前高级豪华轿车已经配置了多气囊系统。

二、安全气囊工作原理

安全气囊主要由碰撞传感器、缓冲气囊、气体发生器及 SRS 控制单元等组成。当汽车遭受一定碰撞力之后，碰撞传感器和微处理器可判断撞车程度，传递、发送信号；气体发生器根据信号指示产生点火动作，点燃固态燃料并产生气体向气囊充气；安全气囊（容量约为 50～90L）迅速膨胀，在乘员的身体与车内设备碰撞之前起到缓冲作用，如图 9-1 所示。同时气囊设有安全阀，当充气过量或囊内压力超过一定值时会自动泄放部分气体，避免挤压乘客。



图 9-1　气囊膨胀



331. 安全气囊系统的功用是什么？

安全气囊系统的功用是当汽车发生正面碰撞事故时，若安全气囊控制系统检测到冲击力超过设定值，安全气囊控制装置立即接通充气元件中的传爆管电路，点燃传爆管内的点火介质，火焰引燃点火药粉和气体发生剂，产生大量气体，在 0.03s 的时间内即将气囊充气，使气囊急剧膨胀，冲出转向盘盖罩，承受并缓冲驾驶人或乘员头部与身体上部产生的惯性力，

随后又将气囊中的气体放出，从而减轻人体遭受伤害的程度。

 332. 安全气囊系统的种类有哪些？

1）按照气囊的数量分为单气囊系统（只装在驾驶人侧）、双气囊系统（驾驶人和前排乘员侧各有一个安全气囊）和多气囊系统（驾驶人和前排乘员侧安全气囊、侧面安全气囊等）。图9-2所示为多气囊系统轿车。


图9-2　多气囊系统

2）按大小可分为保护全身的安全气囊、保护整个上身的大型气囊和主要保护面部的小型护面气囊。

3）按照保护对象不同可分为驾驶人安全气囊、前排乘员安全气囊、后排乘员安全气囊与侧面安全气囊几种。

 333. 安全气囊系统由哪几部分组成？

安全气囊系统主要由SRS控制单元、驾驶人安全气囊总成、窗帘式头部安全气囊总成、侧面安全气囊总成以及传感器、SRS指示灯、线束插接器、螺旋电缆等部件组成，如图9-3所示。

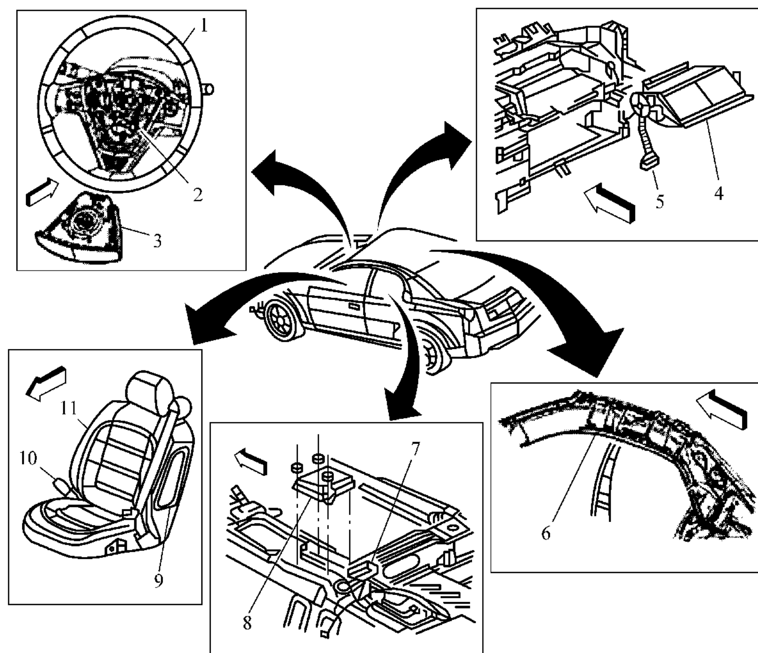


图9-3　凯迪拉克安全气囊系统结构

1—转向盘　2—螺旋电缆插接器　3—驾驶人安全气囊总成　4—前排乘员安全气囊总成　5—前排乘员安全气囊总成插接器　6—窗帘式头部安全气囊总成　7—SRS控制单元插接器　8—SRS控制单元　9—侧面安全气囊总成　10—安全带预张紧器和安全带开关　11—座椅





334. 防误爆机构的功用是什么?

在安全气囊系统的线束插接器中，有一个短路片（铜质弹簧片，又称为短路簧片）能够防止安全气囊误引爆，防误爆机构如图 9-4 所示。

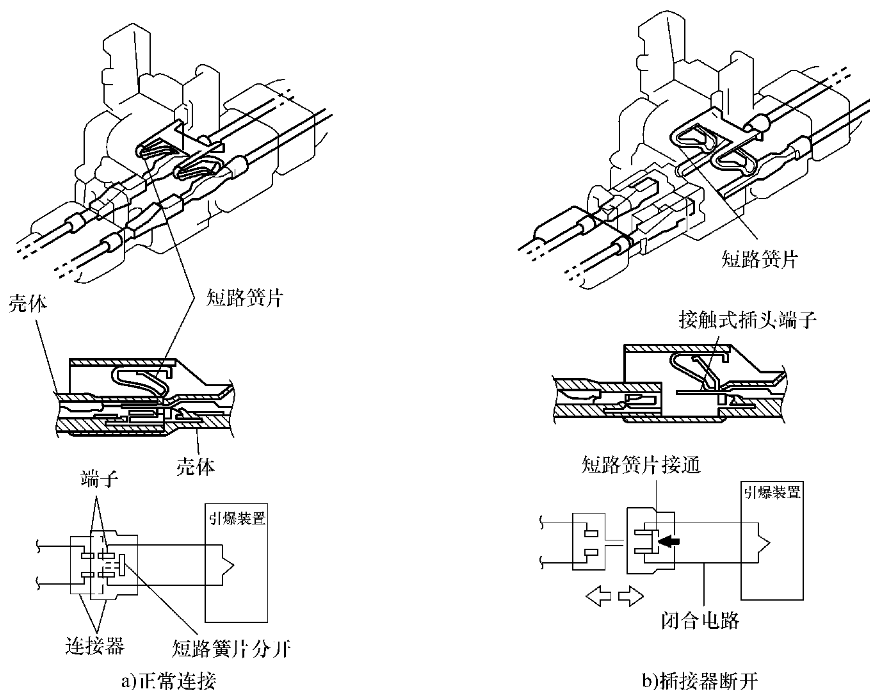


图 9-4　防误爆机构

学习提示：

① 如图 9-4a 所示，当插接器插头与插座接在一起时，插头的绝缘体将短路簧片顶起，短路簧片与引爆装置的两个端子分开，引爆装置中电热丝电路处于正常连接状态。

② 如图 9-4b 所示，当插接器拔下时，短路簧片就自动将引爆装置的两个引线端子短接，使引爆装置的电热丝与短路簧片构成闭合电路，此时即使误将电源加到引爆装置上，引爆装置也不会引爆，从而防止安全气囊误引爆。



335. 如何防止气囊产生误爆?

1）严禁将其他线束接到气囊系统线束上。

2）禁止使用万用表以及其他能产生电能的仪器检测点火器。

3）禁止使用工具打开安全气囊的气袋或点火器。

4）安全气囊装置的部件应妥善保管，不要让它处在 85℃以上的高温环境下，以免造成安全气囊误爆。

5）安全气囊传感器等部件对碰撞和冲击比较敏感，应避免碰撞或冲击，以免产生误爆。



336. 电路连接诊断机构的功用是什么？

电路连接诊断机构的功用是监测插接器插头与插座是否可靠连接。碰撞传感器插接器及其与SAS ECU连接的插接器采用了电路连接诊断机构。



337. 安全气囊检修有哪些注意事项？

1）拆下蓄电池负极前，应读取音响装置的防盗密码，并在维修工作结束后，按规定程序输入音响装置密码。

2）在安装安全气囊部件前，应对全部要安装的部件进行检查，绝不允许安装有过跌落或有凹痕、裂痕、变形以及旧件和不是同车型的部件。

3）只有确保点火开关断开以及蓄电池负极断开达到规定的时间后，才能进行维修操作，否则会引起气囊意外爆炸。

4）当SRS的故障症状难以确定时，在进行SRS故障诊断时或断开蓄电池前，应查询故障存储信息。



338. 如何调整安全气囊螺旋电缆？

1）将汽车停放在平整的路面上，并且保持前轮的方向正对正前方。

2）轻轻地将螺旋电缆按照顺时针方向转到端点位置，然后将其逆时针旋转（约3圈）。

3）如图9-5所示，将螺旋电缆的标记对准外壳上的标记。

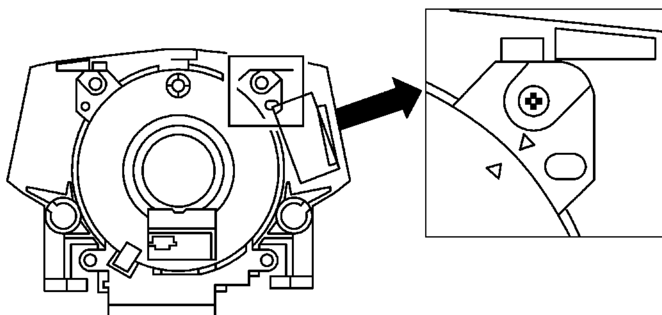


图9-5 螺旋电缆调整标记



339. 滚球式碰撞传感器的结构与原理如何？

（1）结构 滚球式碰撞传感器主要由滚球、磁铁、导缸、触点和壳体组成，其中两触点固定不动，分别接传感器两端子。

> **学习提示：**磁铁为永磁铁，滚球用来感测惯性力或减速度的大小，可以导缸内移动或滚动。壳体上印制有箭头标记，安装时必须按规定方向进行安装，主要应用在日产和马自达轿车上。

（2）原理 当传感器处于静止状态时，在永久磁铁的磁力作用下，导缸内的滚球被吸



向磁铁，两个触点未被连通，如图 9-6a 所示。当汽车遭受碰撞，使滚球的惯性力大于永久磁铁的吸力时，惯性力与磁力的合力就会使滚球沿着导缸向左运动，将两个触点接通，如图 9-6b 所示，从而接通 SRS 气囊的接地回路。

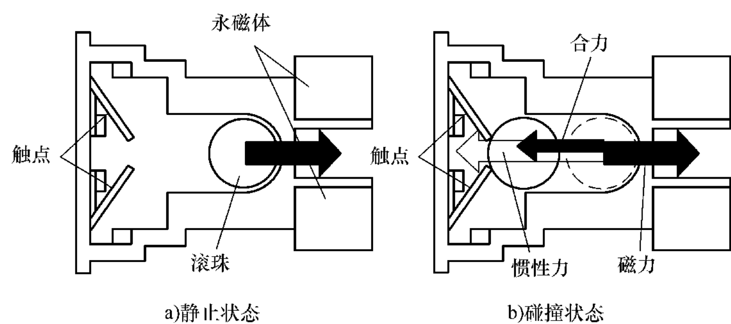


图 9-6　滚球式碰撞传感器工作原理



340. 滚轴式碰撞传感器的结构与原理如何？

（1）结构　滚轴式碰撞传感器主要由止动销、滚轴、滚动触点、固定触点、底座和片状弹簧组成。片状弹簧与传感器的一个引线端子连接，一端固定在底座上，另一端绕在滚轴上。

学习提示： 滚动触点固定在滚轴部分的片状弹簧上，并可随滚轴一起转动，而固定触点与片状弹簧绝缘固定在底座上，并与传感器的另一个引线端子连接，主要应用在丰田、本田、三菱等轿车上。

（2）原理

1）如图 9-7a 所示，当传感器处于静止状态时，滚轴在片状弹簧的弹力作用下滚向止动销一侧，滚动触点与固定触点处于断开状态。

2）如图 9-7b 所示，当汽车遭受碰撞，使滚轴的惯性力大于片状弹簧的弹力时，惯性力就会克服弹簧弹力使滚轴向前滚动，将滚动触点与固定触点接通。

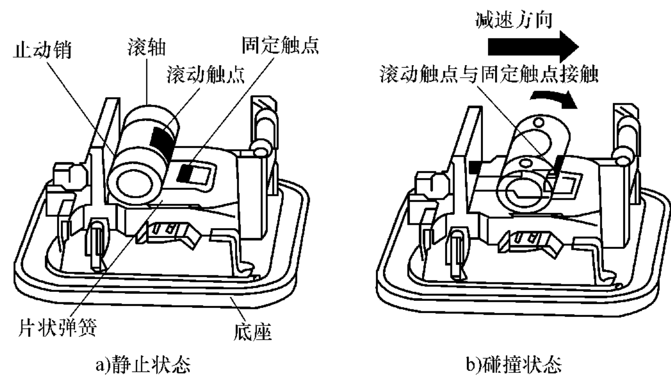


图 9-7　滚轴式碰撞传感器工作原理

341. 偏心锤式碰撞传感器的结构与原理如何？

（1）结构　偏心锤式碰撞传感器主要由偏心锤、偏心锤臂、转动触点臂及转动触点、固定触点、复位弹簧、挡块和壳体等组成。

学习提示：转动触点臂两端固定有触点，触点随触点臂一起转动，两个固定触点绝缘固定在传感器壳体上，并用导线分别与传感器接线端子连接，主要应用在丰田和马自达轿车上。

（2）原理

1）如图9-8a所示，当传感器处于静止状态时，在复位弹簧作用下，偏心锤与挡块保持接触，转子总成处于静止状态，转动触点与固定触点处于断开状态。

2）如图9-8b所示，当汽车遭受碰撞使偏心锤的惯性力矩大于复位弹簧的弹力力矩时，惯性力矩就会克服弹簧力矩使转子总成转动，从而带动转机触点转动，使转动触点与固定触点接触，接通SRS气囊的搭铁回路。

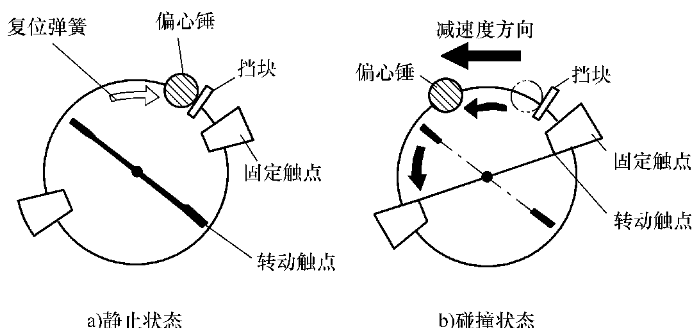


图9-8　偏心锤式碰撞传感器工作原理

342. 水银式碰撞传感器的原理如何？

水银式碰撞传感器利用水银导电良好的特性制成，一般用做防护传感器（安全传感器）。

其原理如图9-9所示，当汽车发生碰撞时，减速度将使水银产生惯性力。惯性力在水银运动方向上的分力会将水银抛向传感器电极，使两个电极接通，从而接通气囊点火器电路的电源。

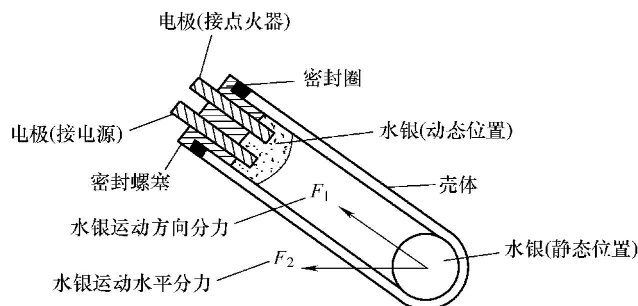


图9-9　水银式碰撞传感器工作原理





343. 压电效应式碰撞传感器的结构与原理如何？

（1）结构　压电效应式碰撞传感器是利用压电效应制成的传感器。压电效应是指压电晶体在压力作用下，晶体外形发生变化而使其输出电压发生变化的效应。压电晶体通常用石英或陶瓷制成。

（2）原理　当汽车遭受碰撞时，传感器内的压电晶体在碰撞产生的压力作用下，输出电压就会变化。SRS电脑根据电压信号强弱便可判断碰撞的强度，如果电压信号超过设定值，SRS电脑就会立即向点火器发出点火指令，引爆点火剂使气体发生器给气囊充气，SRS气囊工作。



背景知识加油站2　典型汽车安全气囊系统故障排除

一、汽车安全气囊系统故障类型

①SRS指示灯未亮故障；②SRS持续亮故障；③SRS控制电路故障；④安全气囊系统部件工作失效故障。

二、汽车安全气囊系统故障排除方法

1. 弄清SRS指示灯的闪烁情况

2. 读取故障码

读取SRS故障码，并根据故障码表进行诊断。

3. 检查与参数测试

1）检查传感器有无变形、裂纹及安装松动等；检查SRS电脑线路、传感器及检查机构连接是否可靠；检查各线路连接器和安全带收紧机构及双锁式连接器是否有损坏等。

2）测试碰撞传感器的电阻、电压及螺旋电缆电阻；测试SRS电脑输入、输出电压；测试各线路是否断路、短路等。注意：必须按照规定程序检测，否则将会引起气囊爆炸。

3）此外还可以用替换某个零件做对比试验以及症状模拟诊断等。

4. 检查SRS工况

维修后，应接通点火开关，SRS指示灯应亮约6s后熄灭，表示工作正常，否则应重新检修。



344. 丰田系列汽车安全气囊系统电脑结构与原理如何？

（1）安全气囊系统电脑结构　安全气囊系统电脑内部主要由安全气囊逻辑模块、能量储存装置（电容）、插接器等组成，如图9-10所示。

（2）安全气囊系统电脑原理　安全气囊电脑是安全气囊系统的控制中心，工作时主要接收碰撞传感器及其他各传感器输入的信号，然后进行整形、放大和滤波后转换为SRS电脑能够接收、识别和处理的信号，最终判断是否点火引爆气囊充气，如图9-11所示。

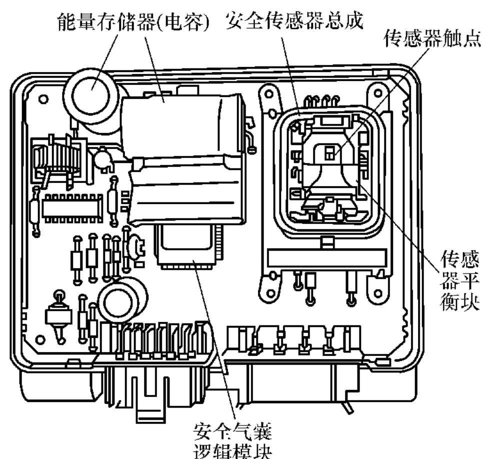


图9-10　安全气囊系统电脑结构

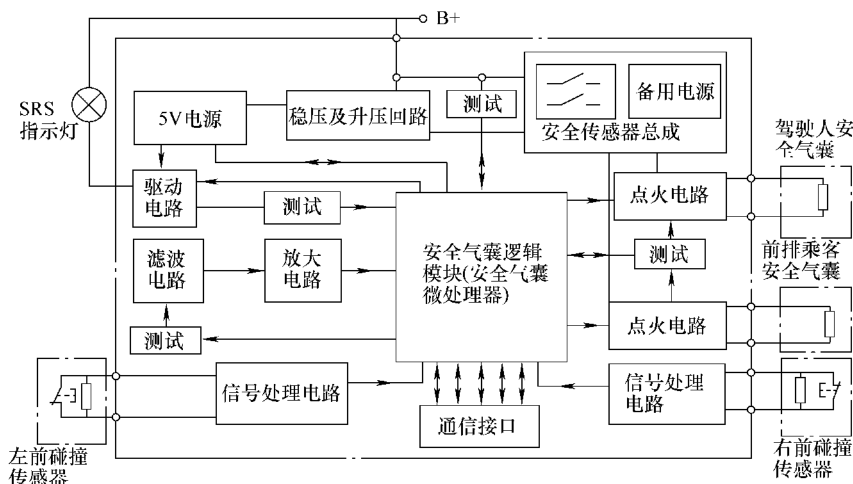


图9-11　安全气囊系统电脑工作原理

 345. 如何读取丰田系列汽车安全气囊系统的故障码？

1）将点火开关转到ON（IG）位置，并等待大约60s。

2）如图9-12所示，用导线将DLC3的端子4（CG）和13（TC）跨接。

维修注意：将端子连接到正确位置，以免发生故障。

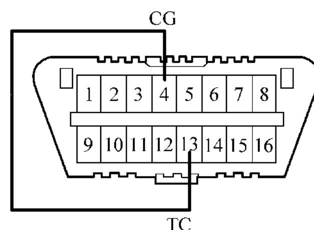


图9-12　跨接DLC3端子

3）根据仪表故障指示灯的闪烁读取故障码，如图9-13所示。



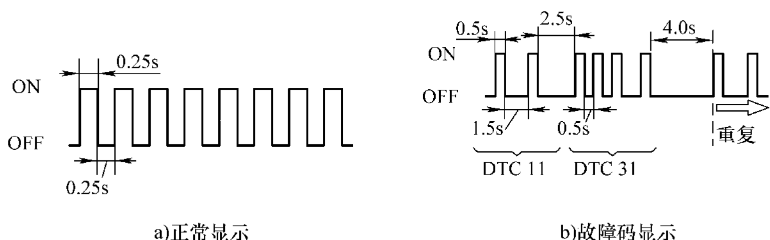


图 9-13　故障指示灯的闪烁



346. 如何清除丰田车系安全气囊系统的故障码?

学习提示：丰田车系 SRS 故障码的清除方法与其他电控系统有所不同。由于当故障码 11 至 31 代表的故障被排除并清除故障码之后，SRS ECU 将把故障码 41 存入储存器中，使 SRS 指示灯一直点亮。因此，清除 SRS 的故障码需要分成两步进行，第一步清除故障码 41 以外的故障码，第二步清除故障码 41。

（1）清除故障码 41 以外的故障码

维修注意：

① 如果采用拆卸蓄电池负极电缆端子的方法来清除故障码，应先记录音响和防盗系统的密码，因为在蓄电池负极电缆端子拆下之后，音响和防盗系统以及时钟储存的内容将会丢失。

② 当清除故障码之后，需重新设置音响和防盗系统的密码并调整时钟。

1）关闭点火开关。

2）拆下蓄电池负极电缆端子 10s 或更长时间后，故障码 41 以外的故障码即可被清除。

3）接上蓄电池负极电缆端子。

（2）清除故障码 41

1）如图 9-10 所示，使用 SST 连接 DLC3 的 TC 和 CG 端子，然后将点火开关转到 ON（IG）位置。

2）在 DTC 输出后 3～10s 内，断开 DLC3 的 TC 端子，并检查 SRS 警告灯是否在 3s 后亮起。

3）在 SRS 警告灯亮起后的 2～4s 内，连接 DLC3 的 TC 和 CG 端子。

4）在连接 DLC3 的 TC 和 CG 端子后的 2～4s 内，SRS 警告灯应该熄灭。然后，在 SRS 警告灯熄灭后的 2～4s 内，断开 TC 端子。

5）在断开端子 TC 后的 2～4s 内，SRS 警告灯再次亮起。然后，在 SRS 警告灯亮起后的 2～4s 内，重新连接 TC 和 CG 端子。

6）在连接 DLC3 的 TC 和 CG 端子后的 2～4s 内，检查 SRS 警告灯应该熄灭，同时检查在 SRS 警告灯熄灭后的 1s 内，应输出正常代码。

学习提示：若故障码未清除，请重以上步骤，直到故障码被清除为止。



347. 在清除故障码时，需要注意哪些事项？

1）当点火开关接通后，SRS指示灯一直发亮，读取故障码时显示代码又正常，说明蓄电池电源电压过低或SRS ECU的备用电源电压过低，SRS ECU设计时未将此故障编写成代码存入存储器。当电源电压恢复正常后约10s，SRS指示灯将熄灭。

2）当SRS指示灯线路断路时，SRS ECU便将故障变成故障码22并存入存储器中。因为SRS指示灯线路断路时不能显示故障码，所以在断路故障排除之前，SRS指示灯无法显示故障码（包括故障码22）。

3）当SRS发生故障时，SRS ECU就会将故障编写成11至31之间的代码存入存储器中。如果SRS指示灯显示出11至31以外的故障码，说明SRS ECU有故障。

4）当排除故障码11至31表示的故障并清除故障码之后，SRS ECU将把故障码41存入储存器中，SRS指示灯将一直发亮，直到故障码41被清除为止。



348. 怎样排除丰田SRS指示灯一直点亮且无故障码故障？

1）使用故障诊断仪，对SRS控制单元进行重新编码。

2）关闭点火开关，断开SRS控制单元连接插头，检查安全气囊控制单元与旧的安全气囊控制单元版本是否一致，若不一致应进行更换。此外，必要时打开SRS控制单元盖检查内部是否出现锈蚀或损坏的异常情况。

3）查找对应车型的安全气囊控制电路图，然后使用万用表检查安全故障指示灯线路是否出现搭铁或其他异常情况，若出现异常，则进行检修。

4）检查仪表总成，必要时使用良好的仪表进行替换检查。



349. 如何排除本田轿车SRS指示灯未亮故障？

1）将点火开关旋至锁定（0）位置，然后等待10s。

2）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置，并检查SRS指示灯是否亮起约6s后熄灭。

是→间歇性故障，此时系统正常。

否→进行步骤3）。

3）连接HDS至数据传输插头（DLC）。

4）确保HDS与车辆以及SRS控制单元之间通信正常。如果不正常，则进行DLC电路故障处理。

5）进行仪表控制模块自诊断功能测试。SRS指示灯是否亮起？

是→SRS控制单元出现故障，应更换。

否→仪表控制模块出现故障，应更换。



350. 如何排除本田轿车SRS指示灯持续亮故障？

1）起动发动机，检查故障指示灯（MIL）是否持续亮起？

是→进行MIL电路故障处理。

否→进行步骤2）。

2）连接HDS至数据传输插头（DLC）。



3）确保 HDS 与车辆以及 SRS 装置之间通信正常。如果不正常，则进行 DLC 电路故障处理。

4）读取 DTC。是否显示 SRS DTC?

是→进行 STS DTC 故障处理。

否→进行步骤 5）。

5）使用 HDS 选择车身电气状态。

6）使用 HDS 检查仪表菜单中的 DTC。是否显示故障码?

是→按照故障码进行处理。

否→仪表控制模块故障，应更换。



351. 如何排除本田轿车侧安全气囊断路指示灯持续亮起故障?

1）确保前排乘员侧座椅上无任何物品。

2）检查座椅靠背应干燥。

3）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，并检查 SRS 指示灯是否亮起?

是→进行“SRS 指示灯持续亮起”故障处理。

否→进行步骤 4）。

4）进入仪表控制模块自诊断功能。侧安全气囊断路指示灯是否闪烁?

是→初始化 OPDS（乘员位置感知系统）装置。如果故障依然存在，则更换 OPDS 传感器或座椅靠背罩/垫。

否→仪表控制模块出现故障，应更换。



352. 如何排除本田轿车侧安全气囊断路指示灯未亮故障?

1）将点火开关旋至锁定（0）位置，然后等待 10s。

2）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，并检查 SRS 指示灯是否亮起 6s 后熄灭。侧安全气囊断路指示灯是否亮起?

是→间歇性故障，此时系统正常。

否→进行步骤 3）。

3）进入仪表控制模块自诊断功能。侧安全气囊断路指示灯是否亮起?

是→SRS 控制单元故障，应更换。

否→仪表控制模块出现故障，应更换。



353. 本田轿车如何初始化 OPDS 装置?

1）清除 DTC 记忆。

2）确保前排乘员侧座椅干燥。将座椅靠背固定在正常位置，并确保座椅上无任何物品。

3）确保将点火开关旋至锁定（0）位置。

4）将 HDS 与 DLC 相连接。

5）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。

6）在 HDS 主菜单中选择 SRS，然后进行校准。在校准菜单中选择“OPDS INITIALIZA-

TION”。根据屏幕提示对 OPDS 进行初始化。如果数次尝试后 OPDS 初始化失败，则更换 OPDS 传感器/座椅靠背并进行重试。如果 OPDS 初始化仍然失败，则更换 OPDS 装置。

7）将点火开关旋至锁定（0）位置。

8）将 HDS 从 DLC 上断开。



354. 如何排除马自达 6 轿车安全气囊传感器电路故障？

以驾驶人侧安全气囊传感器为例说明检测方法，其控制电路如图 9-14 所示。

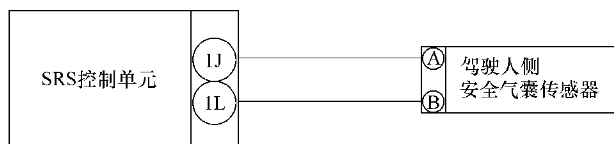


图 9-14　驾驶人侧安全气囊传感器电路

1）将点火开关转至 OFF 位置。

2）断开蓄电池负极电缆并等候 1min 以上。

3）断开驾驶人侧安全气囊传感器插接器。检查插接器是否发生故障？

是→更换驾驶人侧安全气囊传感器的线束。

否→进行步骤 4）。

4）断开 SRS 控制单元插接器。

5）分别检查 SRS 控制单元插接器端子 1J（或 1L）与驾驶人侧安全气囊传感器插接器端子 A（或 B）之间的线束是否短路或断路？

是→更换 SRS 控制单元与驾驶人侧安全气囊传感器之间的线束。

否→更换驾驶人侧安全气囊传感器，必要时更换 SRS 控制单元。



355. 如何排除马自达 6 轿车 SRS 控制单元电路故障？

马自达 6 轿车 SRS 控制单元电路如图 9-15 所示。故障排除方法如下：

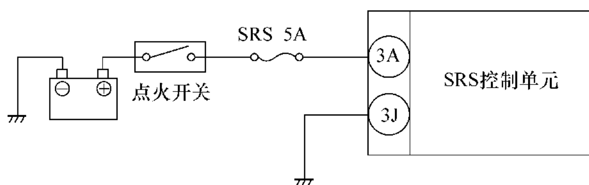


图 9-15　SRS 控制单元电路

1）检查蓄电池，蓄电池电压是否正常？

是→进行步骤 2）。

否→更换蓄电池或进行充电。

2）将点火开关转至 OFF 位置。

3）断开蓄电池负极电缆并等候 1min 以上。

4）检查 SRS 5 A 熔丝。熔丝是否正常？



是→进行步骤5）。

否→更换 SAS 5A 熔丝。

5）连接好蓄电池负极电缆。

6）将点火开关转至 ON 位置。

7）测量 SRS 控制单元端子 3A 处的电压。电压是否在 8～15.9V 范围内？

是→进行步骤8）。

否→排除点火开关至 SRS 控制单元接线端 3A 处线束故障。

8）重复步骤2）和3），检查 SRS 控制单元接线端 3J 与搭铁之间的线束是否正常？

是→更换 SRS 控制单元。

否→更换 SRS 控制单元接线端 3J 与搭铁之间的线束。



356. 如何排除马自达6轿车驾驶人侧安全气囊控制单元电路故障？

马自达6轿车驾驶人侧安全气囊控制单元电路如图9-16所示。故障排除方法如下：

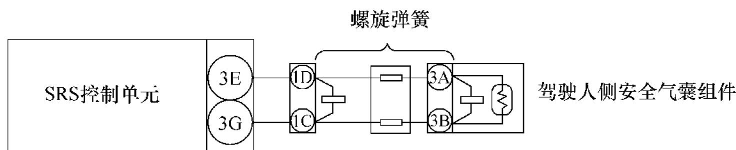


图9-16　驾驶人侧安全气囊控制单元电路

1）将点火开关转至 OFF 位置。

2）断开蓄电池负极电缆并等候1min以上。

3）断开驾驶人侧安全气囊控制单元插接器。检查插接器插头是否发生故障？

是→更换驾驶人侧安全气囊线束。

否→进行步骤4）。

4）使用专用连接 SST 的导线或在螺旋电缆插接器端子 A 和 B 上连接一个 2Ω 的电阻器。

5）连接蓄电池负极电缆。

6）利用故障诊断仪进行检查，是否显示驾驶人侧安全气囊控制单元故障？

是→进行步骤7）。

否→更换驾驶人侧安全气囊控制单元。

7）重复步骤1）和2），然后拆下转向盘和螺旋电缆，分别检查螺旋电缆插接器端子 1D－3A 以及 1C－3B 之间的导通性。是否导通？

是→进行步骤8）。

否→更换螺旋电缆。

8）断开 SRS 控制单元插接器。

9）分别检查 SRS 控制单元插接器端子 3E（或 3G）与螺旋电缆插接器端子 1D（或 1C）之间的线束是否短路或断路？

是→更换安全气囊线束。

否→更换 SRS 控制单元。



357. 如何排除北京现代悦动轿车安全气囊DTC B1328？

1）点火开关置OFF位置，连接好诊断仪。

2）点火开关置ON位置，但不起动发动机。

3）读取故障码，如图9-17所示。

自诊断		
B1328前碰撞传感器(驾驶人侧)故障		
故障码个数:1个		
清除		帮助

图9-17　DTC B1328的显示

4）使用诊断仪删除DTC，然后重新读取DTC，是否显示同样故障码？

是→进行步骤5）。

否→检查插接器是否有松动或连接不牢的情况。

5）使用良好的、相同型号的前碰撞传感器进行替换并检查是否正常工作。

是→前碰撞传感器存在故障，更换前碰撞传感器。

否→更换SRS控制单元，必要时更换安全气囊线束。



358. 如何排除北京现代悦动轿车安全气囊DTC B1329？

DTC B1329为前碰撞传感器和SRS控制单元之间通信故障，排除步骤如下：

1）点火开关置OFF位置，连接好诊断仪。

2）点火开关置ON位置但发动机“OFF”。

3）读取故障码，是否显示DTC B1329？

是→进行步骤4）。

否→间歇性故障，检查插接器是否有松动或连接不牢的情况。

4）重复步骤1）和2），然后从蓄电池上断开负极电缆，并等待至少1min。

5）使用数字万用表检查前碰撞传感器和SRS控制单元之间的安全气囊线束是否正常？

是→进行步骤6）。

否→更换安全气囊线束。

维修注意：用数字万用表检查时要按照规定进行，否则将会导致安全气囊误爆。

6）使用良好的、相同型号的前碰撞传感器进行替换并检查是否正常工作。

是→前碰撞传感器存在故障，更换前碰撞传感器。

否→更换SRS控制单元。

第十章　车身电气系统

本章学习要点

1. 了解汽车仪表上指示灯的种类
2. 掌握仪表的内部故障排除方法
3. 熟悉典型车型组合仪表的排除方法
4. 了解汽车防盗系统的作用、分类及控制方式
5. 掌握中央电控门锁系统的组成及故障排除
6. 了解典型车型防起动系统的组成、工作原理及故障排除
7. 掌握照明系统各组成部分的作用及控制原理
8. 了解灯泡的规格、参数
9. 掌握照明系统灯光线路断路与短路判断方法
10. 熟悉照明系统灯光异常的排除方法
11. 掌握 AFS 故障排除方法
12. 了解音响系统的组成、结构与原理
13. 掌握汽车音响常见故障的排除
14. 了解导航系统的组成及工作原理
15. 熟悉导航系统常见故障排除
16. 掌握刮水器与洗涤系统故障排除
17. 了解雨滴/光线的控制原理及初始化设置
18. 了解 CAN 总线系统特点、功能及类型
19. 熟悉 CAN 系统节点、链路及电源系统检测
20. 了解东风日产启辰、丰田凯美瑞及锐志轿车 CAN 总线故障排除
21. 掌握电动座椅组成及工作原理
22. 熟悉电动座椅故障检修
23. 了解电动车窗故障检修
24. 了解电喇叭及喇叭继电器的检修
25. 掌握电动天窗的结构及故障检修



背景知识加油站 1　组合仪表的检修

一、组合仪表概述

汽车仪表系统是汽车运行状况的动态反映，是汽车与驾驶人进行信息交流的界面，为驾驶人提供必要的汽车运行信息，同时也是维修人员发现和排除故障的重要依据。

二、组合仪表的故障诊断系统

组合仪表都装备有一个自诊断系统，由ECU进行控制，只要给出指令，便会对组合仪表及其显示装置进行自动检查，如果有故障产生，相应的故障码会存入控制单元的存储器中，利用专用诊断仪或用手工方法可方便地查询这些故障码，指导实际检修。以东风日产启辰组合仪表的自诊断模式为例介绍如下：

1）将点火开关转至OFF位置。

2）如图10-1所示，按住里程/行程表开关，然后将点火开关转到ON位置，并持续0.8s或以上。

3）关闭里程/行程表开关。

4）将里程/行程表开关至少按下3次（在点火开关转至ON位置7s内）。

5）里程/行程表的所有字段和A/T指示器都将点亮，同时燃油过低警告灯指示器也将点亮。此时仪表控制单元转为自诊断模式。

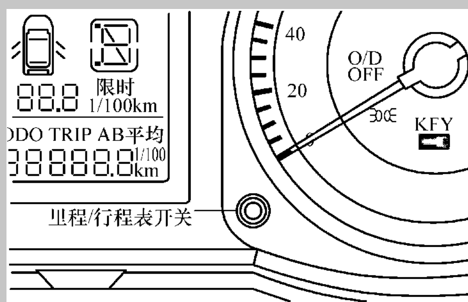


图10-1　组合仪表的自诊断模式操作



359. 汽车仪表上指示灯有哪些?

学习提示：

汽车仪表上指示灯也称为仪表灯，其功能可以分为三种：第一种是显示功能，如转向指示灯、远近光灯、小灯指示灯等，一般灯光颜色为蓝色或绿色；第二种是提醒功能，如制动片磨损、燃油下限指示、发动机故障指示等，这类灯光一般为黄色，提醒驾驶人尽快进行处理；第三种为警示灯，主要是在车辆出现故障或异常情况时进行警示。

汽车仪表上指示灯包括故障指示灯、充电指示灯、机油压力指示灯、冷却液温度指示灯等，如图10-2所示。



图10-2　汽车仪表指示灯



学习提示：

① 机油压力指示灯：该指示灯用来显示发动机内机油的压力状况。打开点火开关，车辆进行自检时，指示灯应点亮，起动后熄灭。

② 冷却液温度指示灯：该指示灯主要是显示发动机内冷却液的温度，只在车辆自检时点亮数秒，平时为熄灭状态。

③ 制动盘指示灯：该指示灯为一个用圆圈起来的“!”或“P”字母，平时为熄灭状态。当驻车制动被拉起后，该指示灯自动点亮。

④ ABS 指示灯：该指示灯在接通点火开关后点亮约 3 ~4s 后熄灭表示正常。不亮或者常亮表示出现故障，可以继续低速行驶，但应避免紧急制动。

⑤ 安全气囊指示灯：该指示灯主要显示安全气囊的工作状态。接通点火开关后点亮约 3 ~4s，不亮或者常亮则表示系统存在故障。



360. 如何诊断汽车仪表的故障？

（1）拆线法　当汽车仪表读数异常，通过分析、推断可能是传感器内部或传感器与指示仪表间的导线存在搭铁故障时，常采用拆线法进行检查，即通过拆除有关接线柱上的导线，来判断故障的原因及部位。

知识链接

以电磁式燃油表为例，当燃油表指针总指向“0”，首先拆下传感器上的导线，若此时燃油表指针向“I”处移动，则为传感器内部搭铁或浮子损坏；若指针仍指向“0”，则应拆下燃油表上的传感器接线柱导线，若仪表指针向“I”移动，为燃油表至传感器间的导线搭铁；若指针仍不动，则可能是燃油表内部损坏或其电源线断路。

（2）搭铁法　当汽车仪表读数异常，通过分析、推断可能是传感器搭铁不良或损坏，以及传感器与指示仪表间的导线存在断路故障时，常采用搭铁法进行检查。通过导线将有关接线柱搭铁来判断故障的原因及部位。

知识链接

以电磁式燃油表为例，当接通点火开关后，燃油表指针均指向“I”，首先，将传感器与导线相连的接线柱搭铁，若指针转动，说明传感器损坏或搭铁不良；若指针不转动，可用导线将汽车仪表上接传感器的一端搭铁，若指针转动，则为传感器与仪表间的导线存在断路故障；若指针仍不转动，则说明仪表内部损坏或其电源线断路。

（3）短接法　在其他电器仪表工作均正常、只有与稳压器相连的仪表（如燃油表、电磁式冷却液温度表等）不工作时，可利用短接法进行检查。用导线将稳压器的输入、输出端短接，这时与稳压器相连的仪表指针若立即偏转，则为稳压器内部存在故障。

（4）替换法　当仪表读数不准时，可采用替换法进行检查，即在相同的工况条件下，将原来的仪表进行替换，从而可判断仪表的技术状况。



361. 怎样检修汽车电子组合仪表?

学习提示:汽车电子组合仪表是由ECU进行控制的,同时具有自检功能。只要给出指令,电子组合仪表的电子控制器便会对其主显示装置进行系统的检查,若出现故障,便以不同的方式警告驾驶人,同时储存故障码,以便维修检测。

(1)传感器的检测　首先将传感器的电路断开或拆下传感器,然后用万用表进行逐个检查来判断传感器的工作情况。

学习提示:对各种电阻式传感器,通常采用测量其电阻值的方法来判断它的好坏,即把所测得的电阻值与其规定的标准电阻值相比较,判断传感器有无故障。

(2)插接器的检查　汽车电子组合仪表中有很多插接器,它们把电线束连到仪表板上。这些插接器一般都采用不同颜色,以便辨认它属于哪一部分的连接,用目测法进行检查。

学习提示:检查时用眼或手摸的方法确认插接器插头、插座应接触可靠、无锈蚀等。仪表电路工作中用手触摸插接器,应没有明显的高温感觉,若温度过高,说明该插接器接触不良,应更换,必要时更换线束。

(3)个别仪表故障诊断　若汽车电子组合仪表上个别仪表发生故障,对于可分解的仪表,应分解检查仪表相关的各个部分是否损坏。

学习提示:首先应检查各导线的连接情况,包括各插接器的接触状况,线路是否破损、搭铁、短路或断路等;然后再用检测设备分别对该仪表及传感器进行检测,必要时更换新的元件。

(4)显示器故障检修　一旦电子组合仪表上的显示器部分笔画、线路出现故障,应将电子组合仪表上显示器件调整到静态显示状态,仔细观察是否出现故障。

学习提示:若仅有一、二笔画或线段不发亮或不显示,则说明逻辑电路板通过多路传输的脉冲信号正确,可能是显示装置的部分线段工作不正常,属于接触不良;若是电子器件本身的故障,通常应更换显示器件或电路板。



362. 如何使用万用表检测燃油位置传感器?

以本田燃油位置传感器为例,说明检测方法。

1)从燃油箱上拆出燃油位置传感器总成。

2)如图10-3所示,当浮标位于E(无)、LOW(低燃油液位指示灯)、1/2(一半)与F(满)位置时,分别测量燃油箱4芯插头1号端子与3号端子之间的电阻。



3）传感器的标准电阻见表10-1。如果不符合规定，说明传感器损坏应更换。

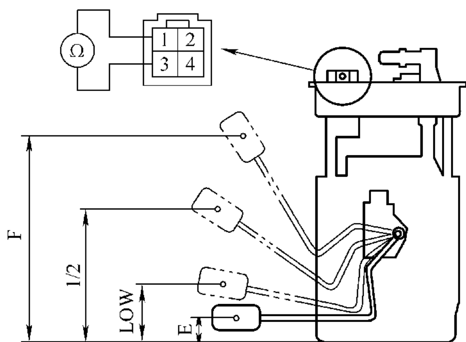


图10-3　本田燃油位置传感器测试

表10-1　燃油位置传感器标准电阻值

浮标位置	电阻值/Ω
F	19～21
1/2	202.4～212.4
LOW	503.5～614.3
E	772～788



363. 如何排除充电指示灯异常故障？

充电指示灯异常故障主要分为充电指示灯不亮、充电指示灯常亮以及充电指示灯时亮时灭。

学习提示：充电系统指示灯的工作原理：当灯泡两端有电位差时灯泡点亮，当相同的电压加到灯泡的两端时，没有电位差故障灯不亮。

（1）充电指示灯不亮

1）首先检查发电机传动带有无松滑、发电机的接线是否脱落等情况。

2）关闭点火开关，用万用表测量发电机上的“D＋”（或“IG”）接线柱有无电压。

学习提示：若有电压，说明故障在发电机内部，应检修调节器或分解发电机进行检查；若测量“D＋”（或“IG”）接线柱没有电压，则说明充电线路有故障，应检查线路。

（2）充电指示灯常亮　拆下发电机的D＋接线柱，打开点火开关。如果充电指示灯熄灭，说明发电机或电压调节器有故障；如果充电指示灯仍不熄灭，则说明发电机D＋和充电指示灯之间的导线有搭铁情况。

（3）充电指示灯时亮时灭

1）首先应检查发电机传动带有无松滑现象、发电机的固定是否牢固。

2）分解发电机，检查是否有不正常的情况，如电刷接触不良、整流器中的个别二极管损坏、定子中的三相绕组或转子中的励磁绕组局部短路等情况。



364. 如何快速判断机油压力警告灯的故障？

1）首先将油压报警传感器接线上的导线拆下，并且用此导线搭铁，如搭铁灯亮，则故障出在油压报警传感器，应更换；如警告灯不亮，应进行下一步检查。

2）检查组合仪表（警告灯灯泡或灯泡）至油压报警传感器的导线是否有断路，如有故障则排除线路断路的故障，否则更换组合仪表或警告灯灯泡。



365. 如何排除机油压力表故障？

1）接通点火开关，拆下机油压力表传感器一端导线，然后将其搭铁，若机油压力表指针立即由“0”向“5”方向移动，则说明机油压力表良好。

学习提示：可拆下传感器并装回拆下的导线，并使传感器壳体搭铁，用一根无尖头的铁钉顶压膜片试验。如果机油压力表走动，则说明传感器良好，发动机润滑系有故障；如果机油压力表不动，传感器故障，应更换。

2）若传感器一端导线搭铁试验时，机油压力表指针仍不移动。可用试灯一端接机油压力表电源接线柱，另一端搭铁试验。若试灯不亮，为供电线路断路；若试灯亮，说明机油压力表本身或至传感器线路有故障。

学习提示：可在机油压力表的引出接线柱一端搭铁试验。若机油压力表表针移动正常，说明机油压力表至传感器一段导线断路，反之则为机油压力表本身损坏。



366. 如何排除电磁式车速里程表的常见故障？

电磁式车速里程表的常见故障排除见表10-2。

表10-2　电磁式车速里程表常见故障排除

故障现象	故障原因	故障排除
车速表的指针和累计指示仪都不工作	① 车速表软轴连接螺母未紧固； ② 车速表软轴折损； ③ 车速表主动小齿轮损坏； ④ 车速表损坏等	① 拆下车速表连接端的软轴接头，汽车行驶时观察软轴是否旋转，不旋转则检查另一端的连接，如正常则应更换软轴。 ② 如软轴在汽车行驶时旋转，说明软轴正常，则必须拆检车速表，如是小齿轮损坏，更换小齿轮；如不是则是为车速表损坏，须更换车速表
车速里程表正常但速度表无指示	① 速度表的指针弯曲变形卡死； ② 速度表的传动蜗轮、蜗杆、感应盘卡死、折断或严重脏污	① 拆下速度表，看指针是否变形，如有变形，用镊子等工具慢慢校正，直至灵活。 ② 如不是指针变形，则检查传动部分有无卡滞，如有可根据情况修复，不能修复的则应更换车速表总成
车速里程表在工作时有较大的响声	① 车速里程表的转轴处于干摩擦状态； ② 软轴芯与轴管有相碰的地方或严重缺油	① 如果响声是由软轴引起的，只要在转轴处加注润滑油即可解决。 ② 如果响声是因软轴与轴管碰撞摩擦产生的，可先检查软轴线有无弯曲过大的地方，如有调整安装位置，如没有则是轴内缺油，应拆下软轴线进行彻底润滑





367. 如何排除冷却液温度表的指示错误故障？

冷却液温度表的指示错误故障处理见表 10-3。

表 10-3　冷却液温度表的指示错误故障处理

故障类型	具体操作
（1）冷却液温度传感器损坏	用螺钉旋具将冷却液温度传感器接线端直接搭铁，如果冷却液温度表指针摆动，说明冷却液温度传感器损坏，需更换传感器
（2）连接线路断路	用螺钉旋具将冷却液温度表电源接线柱与缸体滑擦如果没有火花，说明冷却液温度表或冷却液温度表以后的导线断路，需排除断路的线路故障
（3）冷却液温度表损坏	用螺钉旋具将冷却液温度表上与冷却液温度传感器连接的接线柱搭铁。若指针仍不摆动，说明冷却液温度表已损坏；如果指针摆动，说明冷却液温度表至传感器间的连线断路



368. 本田汽车组合仪表的诊断步骤与方法如何？

1）按住行程/复位按钮。

2）将照明开关置于 ON 位置。

3）将点火开关置于 ON（Ⅱ）位置。

4）5s 内，将照明开关切换至 OFF 位置，然后重复切换至 ON 位置与 OFF 位置。

5）5s 内，松开行程/复位按钮，然后重复按下并松开按钮，共做 3 次，然后进入诊断模式。

学习提示：

① 蜂鸣驱动电路检测：进入诊断模式后响 5 次。

② 指示器驱动电路检测：进入诊断模式后指示器灯光闪亮，包括座椅安全带指示灯、充电系统指示灯、低燃油位指示灯、保养需求指示灯、安全指示灯、远光指示灯、开灯指示灯、故障指示灯、自动变速器档位指示灯、ABS 指示灯、巡航指示灯。

③ LCD（液晶显示）分段检测：进入诊断模式后里程/行程（液晶显示器）分段和外部气温（液晶显示器）分段闪亮 5 次。

④ 仪表驱动电路检查/检测：进入诊断模式后车速里程表、转速表、燃油计以及冷却液温度表的指针会从最低位摆到最高位，然后又回到最低位。

⑤ 通信线路检测：进入诊断模式后所有分段均接通并显示正常“888888”。

6）将点火开关切换至 OFF 位置，则该诊断模式结束。



369. 如何执行东风日产组合仪表的自诊断模式？

1）将点火开关转至 OFF 位置。

2）如图 10-1 所示，按住里程/行程表开关，然后将点火开关转到 ON 位置，并持续 0.8s 或以上。

3）关闭里程/ 行程表开关。

4）将里程/ 行程表开关至少按下 3 次（在点火开关转至 ON 位置 7s 内。）

5）里程/行程表的所有字段和A/T指示器都将点亮，同时燃油过低警告灯指示器也将点亮。此时仪表控制单元转为自诊断模式。



370. 如何排除丰田凯美瑞仪表照明在晚上不变光故障？

1）将智能测试仪连接到DLC3上。

2）将点火开关转到ON（IG）位置。

3）打开测试仪。

4）将灯光控制开关转到TAIL/HEAD位置。

5）进入下列菜单：诊断/车身/主车身/主动测试。

6）检查仪表照明，当自动变光器信号为ON时，仪表照明是否变暗？

是→检查照明设定。

否→进行步骤7）。

7）更换组合仪表总成，运行是否恢复正常？

是→故障排除。

否→更换车身ECU。



背景知识加油站2　防盗系统

一、防盗系统概述

1）通过发射器锁止车门时，可以设定防盗系统。

2）当防盗系统处于警戒状态时，如果有人企图强行打开或锁定任何车门、发动机盖或行李箱盖，警报功能将会启动。

3）在报警鸣响状态下，防盗系统将打开车厢灯，并且闪烁危急警告灯。同时，防盗系统将鸣响车辆喇叭和安全喇叭，以阻止外人闯入或偷窃，并且向车辆周围的人发出警报。

4）防盗系统设有主动警戒模式，主要包括非警戒状态、警戒准备状态、警戒状态和报警鸣响状态4种。

二、防盗系统原理

1. 固定码

点火开关打开，防盗ECU改变了读识线圈磁场能量，点火钥匙内置芯片的感应线圈产生感应电场，被电容储存，然后电容给ID密码电路供电，ID密码（即固定码）通过电感及电容组成的耦合电路以电磁信号的形式发射到读识线圈，读识线圈产生电脉冲信号并将这个ID密码送至防盗ECU，防盗ECU将传送来的ID密码与储存在其内部的密码比较，若相同则开始传送可变码，若不同则锁死钥匙。



2. 可变码

发动机 ECU 随机产生一变码并传送给防盗 ECU，在防盗 ECU 和发动机 ECU 内各有一套变码公式和一个永远相同的 SKC（公式指示器）。在发动机 ECU 和防盗 ECU 中分别计算出结果，防盗 ECU 发送计算结果给发动机 ECU，发动机 ECU 与自己计算的结果进行比较，若相同则发动机起动。



371. 汽车防盗系统有何作用？

汽车防盗系统的主要作用是使偷盗者不能开动汽车，并且发出报警信号。一般以灯光闪烁与发声报警形式发出，报警发生后持续时间为 1min，但发动机起动电路一直处于断开状态，直到车主用钥匙打开汽车车门锁起动发动机为止。



372. 汽车防盗系统分为哪几类？

汽车防盗系统分类见表 10-4。

表 10-4　汽车防盗系统分类

类型	具体内容
（1）机械式防盗系统	机械式防盗器有转向盘锁、变速器锁等，它主要靠坚固的金属结构锁住汽车的操纵部位
（2）电子式防盗系统	电子式防盗系统（也称微电脑防盗系统），是目前使用最广泛的类型，包括插片式、按键式和遥控式等电子防盗器。它主要是靠锁定点火或起动来达到防盗的目的，同时具有声音报警功能
（3）网络式防盗系统	网络式防盗系统分为卫星定位跟踪系统（简称 GPS）和利用车载台（对讲机）通过中央控制中心定位监控系统 **学习提示**：GPS 卫星定位汽车防盗系统属于网络式防盗器，它主要靠锁定点火或起动来达到防盗的目的，同时还可通过 GPS 卫星定位系统（或其他网络系统），将报警信息和报警车辆所在位置传送到报警中心。



373. 汽车防盗系统控制方法有哪些？

汽车防盗系统控制方法见表 10-5。

表 10-5　汽车防盗系统控制方法

方法	具体内容
（1）使发动机无法起动	采用此种方法的汽车，防盗电脑有一根线是接起动机继电器的，该线外部连接至继电器控制线路，通过防盗电脑来控制该线是否搭铁，从而控制继电器是否闭合，从而控制了起动机是否能正常工作
（2）使发动机无法工作	采用此种方法的汽车，防盗电脑不仅控制着起动电路，还控制着发动机的其他部件，并切断燃油泵继电器控制线路，使发动机处于无油供给状态。此外，个别车型还同时控制自动变速器控制线路使变速器无法换档
（3）使发动机电脑处于非工作状态	采用此种方法的汽车，防盗电脑通过连线把一特定信号直接输入至发动机电脑，在未解除警戒或未直接切断防盗电脑电源情况下，发动机便无法起动；当解除防盗警戒后，防盗电脑便发出控制信号，发动机电脑才能正常工作



374. 电子式防盗系统在汽车上是如何布置的?

以日产车型为例说明电子式防盗系统在汽车上的布置形式，如图10-4所示。

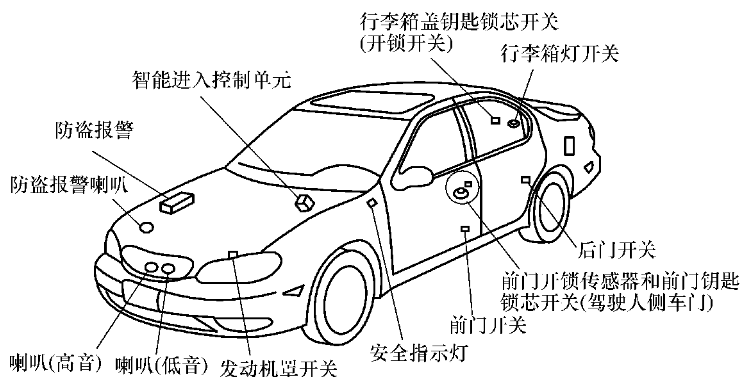


图10-4　日产电子式防盗系统元件布置



375. 中央电控门锁系统的组成有哪些?

中央电控门锁系统主要由控制部分和执行机构组成，如图10-5所示。

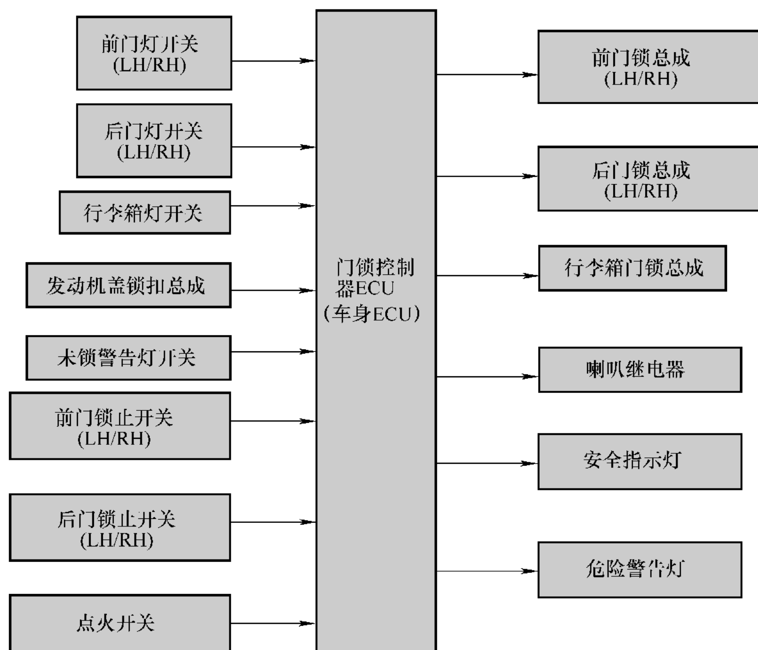


图10-5　中央电控门锁系统的组成

学习提示:

① 控制部分主要包括门锁开关和门锁控制器ECU。

② 执行机构包括前后门锁、行李箱门锁等。





376. 如何排除中央电控门锁系统故障?

以凯美瑞轿车为例说明，中央电控门锁系统故障排除如下：

（1）检查遥控器　检查遥控器电池容量以及遥控器的运行情况是否正常等。

（2）检查门锁锁止开关　如图 10-6 所示，使用万用表测量门锁锁止开关锁止、开锁的电阻，应符合表 10-6 所示，否则说明门锁控制开关故障。

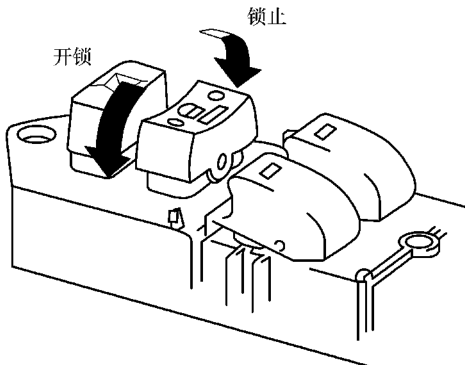


图 10-6　门锁锁止开关

表 10-6　门锁锁止开关测试

端子	开关状态	规定条件
2 - 1	锁止	<1Ω
2 - 1	OFF（松开）	≥10 kΩ
9 - 1	开锁	<1Ω
9 - 1	OFF（松开）	≥10 kΩ

（3）检查门锁总成　施加蓄电池电压并检查门锁电动机的运行，如果不工作则更换门锁电动机。

（4）线路检查　检查门锁熔丝，若熔丝烧断，说明线路有短路或搭铁的故障，应排除线路故障。



377. 如何判断遥控接收器的故障?

（1）用频谱仪观察遥控器的射频波形　将频谱仪的接收天线靠近接收器，给防盗系统（或接收器）加电，在 200 ~ 400MHz 频段内应观察到波浪状（调容式）或倒“V”状（调感式）的频谱波形，如图 10-7 所示。如频谱仪屏幕上无任何反应，说明接收器电路有故障。

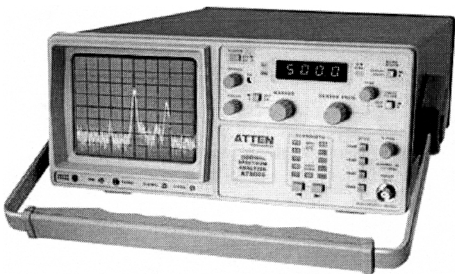


图 10-7　频谱仪外形

（2）测量遥控器的静态及动态电流　正常情况下，遥控器的静态电流在微安级；发射状态（即动态）电流为 5 ~ 10mA，如果电流过大或过小，表明存在故障。

（3）用示波器检查接收器信号

1）用遥控器发射信号，用示波器观察接收器的输出端（OUT），解码电路的输入端应有脉冲信号输出。

学习提示：因发送的数据信号不同，其波形宽窄有所不同，如波形不正常或测不到波形，说明接收器有故障。

2）用金属物点触接收器的天线输入端，用示波器观察接收器信号输出端应有较强烈的杂波反应，否则说明接收器部分有故障。

（4）直流电压档测量信号

1）用遥控器发射信号，用万用表直流电压档测量信号输出端的电压，当按下遥控器的按键时，其输出端的电压应有变化，如无任何反应，说明接收器电路有故障。

2）通过测量晶体管和集成电路的各点电压，与正常的遥控器进行比较来鉴别、维修遥控器。

 378. 电子式防盗门锁由哪些部分组成？

电子防盗门锁组成见表10-7。

表10-7 电子防盗门锁组成

组成	具体内容
（1）主机部分	主机部分即遥控防盗系统ECU，它是防盗系统的核心和控制中心
（2）感应探测部分	感应探测部分由传感器或探头组成，目前普遍使用的是振荡传感器，微波及红外探头应用较少
（3）门控部分	包括发动机盖开关、门灯开关及行李箱灯开关等
（4）报警部分	防盗喇叭，系统被触发或动作（开、闭锁）时发出警报
（5）遥控器部分	包括按键和指示灯
（6）其他附件	包括配线、继电器和熔丝等

 379. 丰田防起动系统的组成和工作原理是什么？

（1）组成　丰田防起动系统主要由点火开关（含读识线圈）、点火钥匙（含密码芯片）、防盗ECU、发动机ECU以及连接线路等组成。

（2）工作原理　如图10-8所示，防起动系统采用专门的防盗ECU或在发动机ECU中设置防盗功能，并且在点火钥匙中置入一块带有起动密码的缩微电子芯片，在起动时，防起动系统将会对点火钥匙的密码进行认证，认可后方能起动发动机。当防起动系统被触发后，控制电脑将点火及喷油器信号同时锁止。

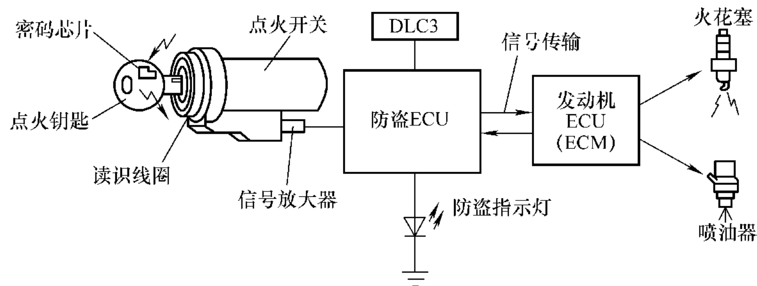


图10-8　丰田轿车防起动系统的组成和工作原理

 380. 本田防起动系统的组成和工作原理是什么？

本田防起动系统主要由防起动装置钥匙、防起动遥控装置、MICU（多路控制器）、PCM



以及防起动装置指示灯等组成，如图 10-9 所示。

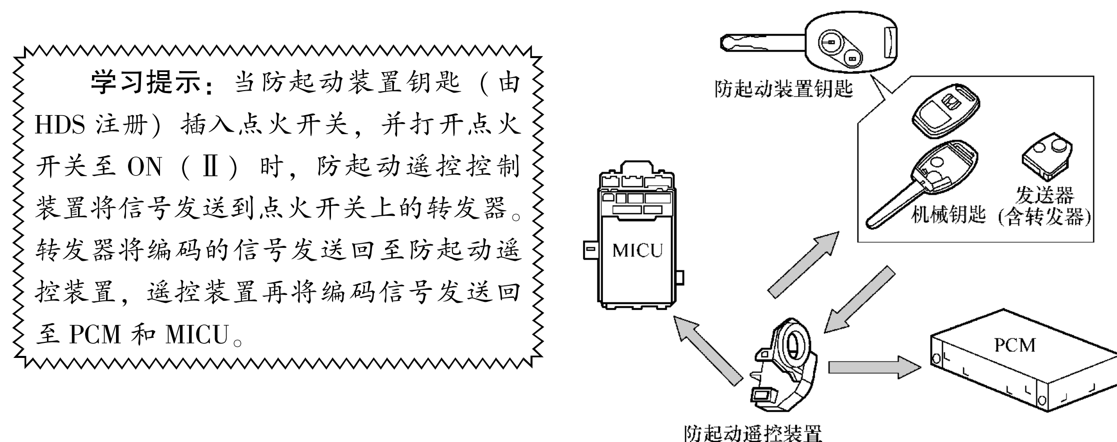


图 10-9　本田防起动系统的组成和工作原理



381. 如何匹配通用车系中控防盗系统?

1）将钥匙插入点火开关，转到运行（Run）位置，再转到锁定（Lock）位置，并取出钥匙。

2）等待仪表板上的“防盗指示灯”（Security）开始闪烁，再将钥匙插入点火开关，不要转动钥匙。

3）此时，中央控制电脑测量并记忆钥匙的特定电阻值，待“防盗指示灯”熄灭（表示记忆完成），取出钥匙即可。



382. 怎样进行通用汽车防盗系统的性能检测?

1）将发动机盖、车门、油箱盖、行李箱门都关好。

2）将点火开关转到（Key - ON）位置，并打开窗户。

3）关闭所有灯光，然后将点火开关转至锁定位置，取出钥匙。

4）打开车门，此时仪表板上“防盗指示灯”开始闪烁。

5）将所有车门锁好，此时“防盗指示灯”会保持常亮。

6）在车外用钥匙锁好车门，“防盗指示灯”会再次闪烁。

7）用手从车门内部打开车门，此时防盗系统应进入警告状态，灯光闪烁，喇叭响起，约 3min 左右。

8）此时只要将钥匙插入车门锁开关或点火开关等待 3min，即可解除防盗。

9）以上步骤完成后都正常，说明汽车防盗系统的性能良好，否则应进行检修。



383. 怎样匹配奥迪 A6 轿车遥控器?

1）用副钥匙将点火开关打开，将所有车门关闭。

2）在门外用钥匙向锁止的方向拧住并保持。

3）按遥控器开锁键一下，此时侧门灯应闪烁一次。

4）5s 后再按一下开锁键，此时门锁应自动打开，第一把钥匙设定完毕。

5）设定第二把钥匙，用副钥匙将点火开关打开，将所有车门关闭。

6）在门外用第二把钥匙向锁止的方向拧住并保持。

7）连续按第二把遥控器开锁键两下，此时侧门灯应闪烁两次。

8）5s后再按一下开锁键，此时门锁应自动打开，第二把钥匙设定完毕。

维修注意：设定第三把钥匙时，在步骤3）中连续按三下开锁键，设定第四把钥匙时，连续按四下开锁键。



384. 怎样匹配迈腾轿车防盗系统？

（1）更换/匹配发动机控制单元的操作步骤如下：

① 登录锁止查询。

② 检查防盗器。

③ 从防盗器中读取数据。

④ 查询用户身份。

⑤ 在线连接登录。

⑥ 将数据传输到发动机控制单元，匹配。

（2）匹配钥匙操作步骤如下：

① 登录锁止查询。

② 防盗器检查。

③ 从防盗器中读取数据。

④ 用户身份查询。

⑤ 在线连接登录。

⑥ 进行匹配/学习过程。

⑦ 确认读写线圈数据。

⑧ 将确认信息回传到数据库。



385. 如何检修捷达轿车发动机防盗系统？

捷达轿车发动机防盗系统主要由防盗ECU、接收和发射天线、带转发器的钥匙、发动机ECU及传递信息的线束等组成，如图10-10所示。检修方法如下：

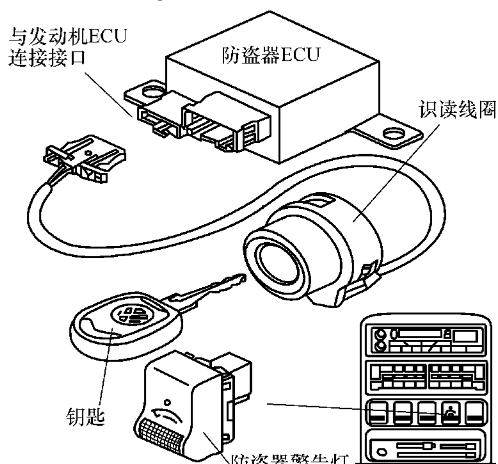


图10-10　发动机防盗系统

（1）利用系统自诊断　捷达轿车防盗系统防盗器控制单元具有自诊断功能，其故障指示灯、自检功能会识别故障。

点火钥匙处于开的位置时，驾驶人一侧的防盗器警告灯亮3s后熄灭，指示整个防盗系统工作正常。如果防盗器存在功能性故障，则驾驶人一侧的警告灯异常。



学习提示：

① 点火开关接通后，指示灯持续亮60s，则表示点火钥匙的匹配过程有误。

② 当点火开关接通约2.5s后，指示灯开始闪烁并持续60s，表示点火钥匙中无密码芯片或是使用了没有被授权的点火钥匙。

③ 点火开关接通后，指示灯立即闪烁并持续约60s，表示读写线圈出现功能性故障或者数据线出现功能性故障。

（2）利用故障诊断仪诊断

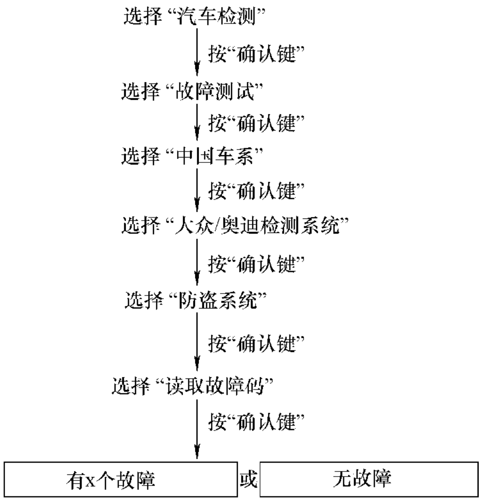
1）读取故障码及清除故障码。

2）读取数据流进行诊断。

知识链接

① 连接金德K81电脑检测仪，打开点火开关。

② 按照如下步骤操作：



③ 当有故障时，根据故障码提示找出故障部位，排除故障后清除故障码。



386. 如何排除丰田轿车智能进入和起动系统故障？

1）检查蓄电池电压，标准电压应为11～14V，如果电压低于11V，进行充电或更换蓄电池。

2）使用智能测试仪来检查CAN通信系统是否正常工作，如果出现故障码，按照故障码进行诊断。

3）利用智能测试仪的数据表，读取开关、传感器、执行器和其他项目的值，进行故障判断。

4）通过智能测试仪进行主动测试，可以在不拆卸任何零件的情况下，操作继电器、VSV、执行器及其他项目进行故障判断。

387. 如何排除本田防起动系统 DTC B1906?

1) 使用 HDS 清除 DTC。

2) 关闭点火开关，然后打开点火开关至 ON (Ⅱ) 位置。

3) 使用 HDS 检查 DTC。是否显示 DTC B1906?

是→进行步骤 4)。

否→间歇性故障。

4) 选择车身电气 (Body Electrical) 菜单，然后进入装置信息 (Unit Information)。

5) 检查连接装置 (Connecte Unit) 列表中仪表控制模块的运行状态。是否显示不可用 (Not Available)?

是→进行步骤 6)。

否→更换防起动遥控装置。

6) 对仪表控制模块 (转速表) 进行输入测试。所有输入是否正常?

是→进行步骤 7)。

否→排除输入故障，然后重新检查 DTC。

7) 断开仪表板下熔丝/继电器盒插头 Q (16 芯)。

8) 断开仪表控制模块 (转速表) 36 芯插头。

9) 如图 10-11 所示，检查防起动遥控控制装置 7 芯插头 4 号端子与仪表控制模块 (转速表) 36 芯插头 21 号端子之间的导通性。是否导通?

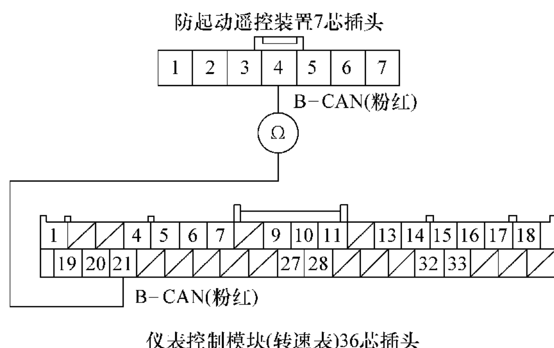


图 10-11 测试 4 号端子与 21 号端子之间的导通性

是→更换仪表控制模块。

否→排除防起动遥控装置与仪表控制模块之间的导线断路故障。

388. 如何排除本田防起动系统 DTC B1925?

1) 关闭点火开关，然后拔出点火钥匙。

2) 将点火钥匙插入点火开关，并打开点火开关至 ON (Ⅱ) 位置。

3) 使用 HDS 检查 DTC。是否显示 DTC B1925?

是→进行步骤 4)。

否→间歇性故障，此时系统正常。

4) 关闭点火开关并拔出点火钥匙。

5) 断开点火钥匙开关 6 芯插头。

6) 如图 10-12 所示，在点火钥匙开关侧，检查点火钥匙开关 6 芯插头 1 号端子与 2 号端子之间是否导通?

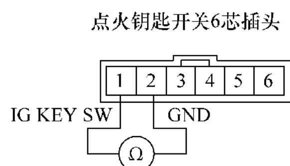


图 10-12 测试 1 号端子与 2 号端子之间的导通性

是→点火钥匙开关故障或搭铁短路故障，更换转向锁定总成。

否→进行步骤 7)。



7）将点火钥匙插入点火开关。

8）重新检查点火钥匙开关6芯插头1号端子与2号端子之间的导通性。是否导通？

是→进行步骤9）。

否→点火钥匙开关故障或搭铁短路故障，更换转向锁定总成。

9）断开防起动遥控装置7芯插头。

10）如图10-13所示，检查防起动遥控装置7芯插头6号端子与点火钥匙开关6芯插头1号端子之间的导通性。是否导通？

是→进行步骤11）。

否→排除导线断路故障。

11）如图10-14所示，检查防起动遥控装置7芯插头6号端子与车身搭铁之间的导通性。是否导通？

是→排除导线搭铁短路故障。

否→更换防起动遥控装置。

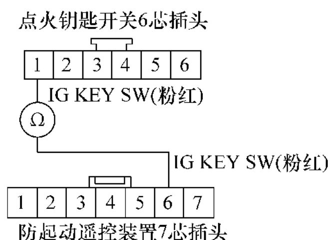


图10-13　测试6号端子与1号端子之间的导通性

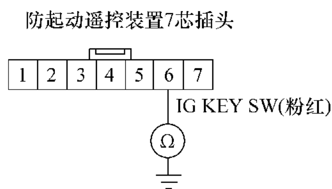


图10-14　测试6号端子与车身搭铁之间的导通性



背景知识加油站3　照明系统

一、照明系统概述

1. 汽车照明系统

汽车照明系统分为车外照明灯和车内照明灯。

1）车外照明灯主要有前照灯、雾灯、示宽灯、转向信号灯、尾灯、制动灯、倒车灯、牌照灯等。

2）车内照明灯主要有顶灯、仪表灯、阅读灯、梳妆灯等。

2. 前照灯的类型

1）按照安装数量的不同可分为两灯制前照灯和四灯制前照灯。前者每只灯具有远、近光双光束；后者外侧一对灯为远近双光束，内侧一对灯为远光单光束。

2）按照安装方式的不同可分为外装式前照灯和内装式前照灯。前者整个灯具在汽车上外露安装；后者灯壳嵌装于汽车车身内，装饰圈、配光镜裸露在外。

3）按照灯的配光镜形状不同可分为圆形、矩形和异形前照灯三类。

4）按照发射的光束类型不同可分为远光前照灯、近光前照灯和远近光前照灯三类。

二、自动照明灯工作原理

自动照明的照明灯开关位于“AUTO”位置，且点火开关位于“ON”位置时，驾驶人侧车门关闭，自动日照传感器检测周围环境光线，并根据此信号转换前照灯和尾灯控制信号，由车身控制单元（BCM）控制前照灯和尾灯打开或关闭，如图 10-15 所示。



图 10-15　自动照明灯工作原理



389. 汽车前照明灯主要有哪些技术要求？

1）前照灯应保证车前有明亮而均匀的照明，使驾驶人能辨明车前 100m 以内路面上的任何障碍物。

学习提示：随着汽车行驶速度的提高，要求前照灯的照明距离也越来越远，现代汽车的照明距离应当达到 200～250m。

2）前照灯应具有防止眩目功能。防止眩目功能能避免夜间两车迎面相遇时，使对方驾驶人眩目而造成交通事故。



390. 前照灯的作用及控制电路如何？

（1）前照灯的作用　前照灯又称“大灯”，装于汽车头部两侧，用于夜间行车道路的照明。

（2）前照灯控制电路　前照灯功率较大时，一般采用继电器控制，它主要由灯光开关、变光开关、前照灯继电器及前照灯组成，如图 10-16 所示。

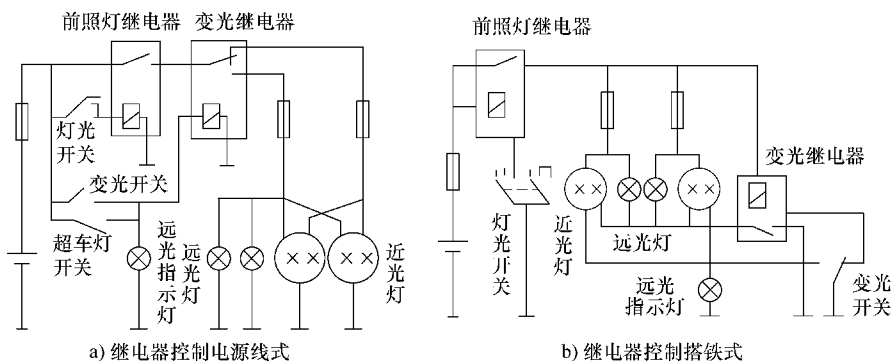


图 10-16　前照灯控制电路





391. 前照灯主要部件的结构与原理如何？

（1）前照灯

1）结构。汽车前照灯一般由灯泡、反光镜、配光镜三部分组成，如图 10-17 所示。

2）工作原理。如图 10-18 所示，以双灯丝前照灯为例，说明其工作原理。

近光灯丝位于焦点之前，其发出的光线经反射后向地面倾斜，近光灯丝的下方还装有遮光罩，使反光镜无向上的反射光，具有防眩目作用但照射距离短；远光灯丝位于反光镜的焦点处，灯光经反光镜反射后其光束平行射出，照射较远，但光线会直射迎面来车驾驶人的眼睛，造成眩目，可通过变光开关将远光转变为近光，以避免眩目。

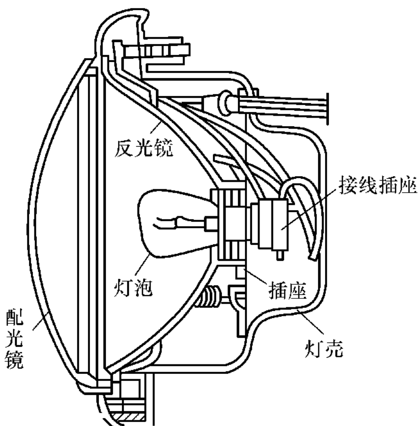


图 10-17　前照灯结构

（2）灯光开关　如图 10-19 所示，现代汽车上用得较多的是将前照灯、尾灯、转向灯及变光开关等制成一体的组合式开关。灯光开关的形式有拉钮式、旋转式和组合式等多种形式。

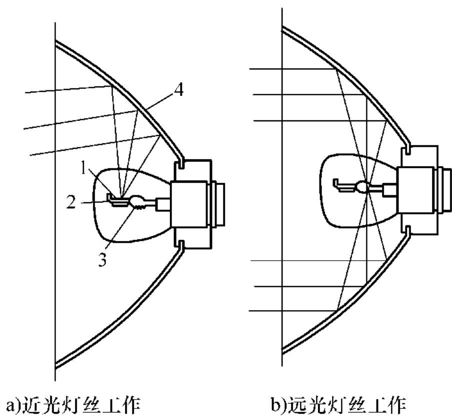


图 10-18　双灯丝前照灯工作原理

1—近光灯丝　2—遮光罩　3—远光灯丝　4—反光镜



图 10-19　组合式开关

（3）前照灯继电器　如图 10-20 所示为触点常开式前照灯继电器的结构和引线端子，端子 SW 与前照灯开关相连，端子 E 搭铁，端子 B 与电源相连，端子 L 与变光开关相连。当接通前照灯开关后，继电器铁心通电，触电闭合，通过变光开关向前照灯供电。

学习提示：前照灯的工作电流较大，因此在灯光电路中设有灯光继电器，主要是运用小电流控制大电流的原理。

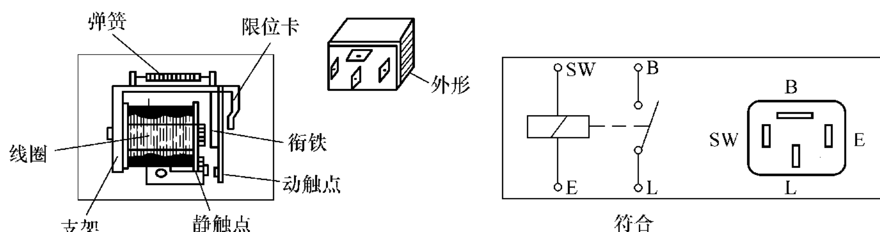


图 10-20　前照灯继电器

 392. 转向信号灯的作用及控制原理如何？

（1）转向信号灯的作用　转向信号灯的作用是在汽车转弯时，发出明暗交替的闪光信号，向前后车辆、行人告知其行驶方向，转向灯的灯光为橙色，灯泡的功率一般不小于20W。

（2）转向信号灯控制原理　转向信号灯电路主要由转向灯、闪光继电器和转向开关组成，控制原理如图 10-21 所示。

学习提示：

① 当打开左转向灯开关时，电流通路为蓄电池正极→点火开关→危险警告灯开关常闭触点15 端子→危险警告灯开关常闭触点49 端子→闪光继电器 B 端子→闪光继电器L 端子→转向灯开关→左侧转向灯→搭铁→蓄电池负极。

② 当打开右转向灯开关时，电流通路为蓄电池正极→点火开关→危险警告灯开关常闭触点15 端子→危险警告灯开关常闭触点49 端子→闪光继电器 B 端子→闪光继电器L 端子→转向灯开关→右侧转向灯→搭铁→蓄电池负极。

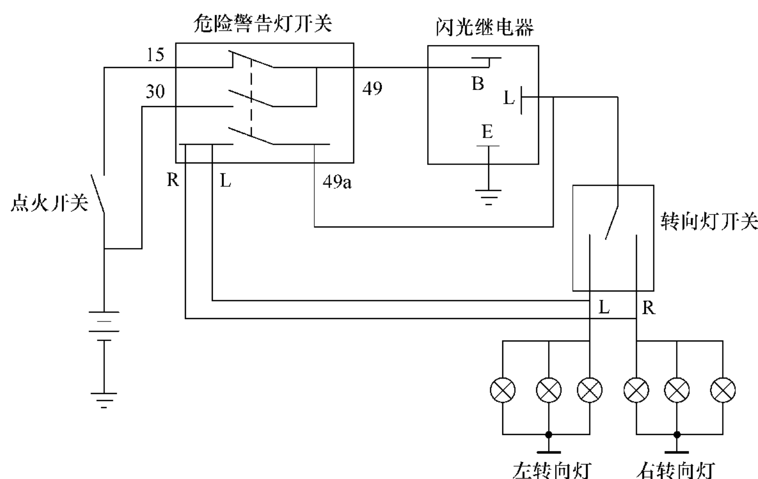


图 10-21　大众车系转向灯、危险警告灯控制电路





393. 危险警告灯的作用及控制原理如何？

（1）危险警告灯的作用　危险警告灯的作用是当汽车发生故障或临时停车时，发出明暗交替的闪光信号，示意车辆、行人避让。

（2）危险警告灯控制原理　危险警告灯控制原理如图 10-21 所示。

学习提示：当按下危险警告灯开关时，电流通路为蓄电池正极→危险警告灯开关 30 端子→危险警告灯开关 49 端子→闪光继电器 B 端子→闪光继电器 L 端子→危险警告灯开关 49a 端子→危险警告灯开关 R 和 L 端子→左右转向灯→搭铁→蓄电池负极。



394. 制动灯的作用及控制原理如何？

（1）制动灯的作用　制动灯的作用是当驾驶人踩下制动踏板时，制动灯即亮起，并发出红色光，提醒后面的车辆注意，不要追尾，而松开制动踏板时制动灯即熄灭。

（2）制动灯控制原理　汽车制动灯受行车制动器控制，常见控制开关分踏板控制式、液压控制式、气压控制式三种，其原理如图 10-22 所示。

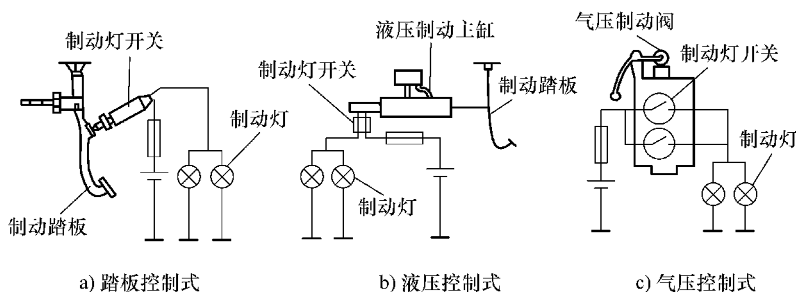


图 10-22　制动灯控制原理



395. 灯泡的规格有几种表示方法？

灯泡主要有充气灯泡、卤钨灯泡和高亮度弧光灯等几种规格，如图 10-23 所示。

1）充气灯泡是从玻璃中抽出空气，再充以氩和氮的混合惰性气体制成的，减少钨的蒸发，延长灯泡的使用寿命。

2）卤钨灯泡是在充入的惰性气体中掺入某种卤族元素。

3）高亮度弧光灯由弧光灯组件、电子控制器和升压器三大部分组成，灯泡里没有灯丝，取而代之的是装在石英管内的两个电极，管内充有氙气及微量金属（或金属卤化物）。在电极上加上 5000～12000V 电压后，气体开始电离而导电。

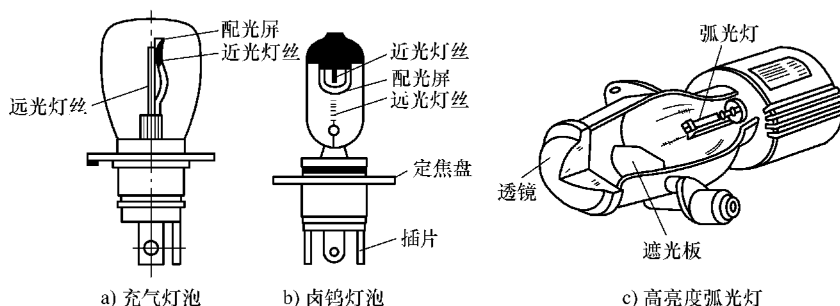


图 10-23　灯泡的规格



396. 灯泡的光电参数与规定如何？

灯泡的光电参数与规定见表 10-8。

表 10-8　灯泡的光电参数与规定表

项目	具体内容
（1）功率（W）	一般车标配的是 60/55W 灯泡，若使用 100W 甚至 140W 灯泡时，必须加装增光线束，以免电流达不到需求
（2）色温	普通汽车灯泡的色温是 2400K，色温代表颜色，2400K 是黄光，银战士是 4300K，发出的是白光，而 HID（氙气）前照灯是 5000～10000K，也就是白光甚至蓝光
（3）填充气体	最早的灯泡都是真空的，现在基本都是卤素的，所谓卤素就是填充惰性气体，可以延长灯泡的使用寿命
（4）发光原理	普通灯泡都是钨丝发光的，12V 的电压已能让它发光，而氙气前照灯的全称是 HID 气体放电灯，它的发光原理是利用正负电刺激氙气（XENON）与稀有金属产生化学反应发光
（5）灯泡类型	灯泡类型分为 H4、H1、H3、H7、H11 等多种，日系车大部分是 H4（双灯丝）



397. 灯泡的燃点寿命和哪些因素有关？

影响灯泡燃点寿命的因素见表 10-9。

表 10-9　影响灯泡燃点寿命的因素

项目	具体内容
（1）真空度	空气中含有氧气和水等对灯丝有害的成分，提高真空度可以减少有害气体的含量，减少对灯丝的影响
（2）消气剂的有效性	因为灯泡内部的真空度无法达到100%，所以消气剂可以用来消耗氧气和水以减少灯丝氧化



（续）

项目	具体内容
（3）密封	密封不严会有外部的气体在压力的作用下进入灯泡内部，造成灯丝被氧化，从而引起灯泡的失效
（4）填充气体	填充气体的压力及成分对灯泡的寿命也有影响。如果压力降低意味着内部惰性气体的原子密度下降，从而对钨原子的蒸发速度的阻碍作用下降
（5）工作电压	随着工作电压的升高，灯泡的实际寿命会随之下降，应保证电压稳定



398. 什么是氙气前照灯？

氙气前照灯的缩写为 HID，是一种含有氙气的新型前照灯，又称高强度放电式气体灯。通过在抗紫外线水晶石英玻璃管内填充多种化学气体，利用高压，使之分离，在电源两极之间产生光源。

学习提示：汽车氙气灯与传统卤素灯不同，这是一种高压放电灯，它的发光原理是利用正负电刺激氙气与稀有金属化学反应发光，因此灯管内有一颗小小的玻璃球，这其中就是灌满了氙气及少许稀有金属，只要用电流去刺激它们进行化学反应，两者就会发出高达 4000～12000K 色温度的光芒。它采用一个特制的镇流器，利用汽车蓄电池 12V 电压产生 23000V 以上的触发电压使灯光系统工作。



399. 如何安装氙气前照灯？

1）首先将车上的卤素灯拆下，如图 10-24 所示。

2）将氙气前照灯灯泡安装在原灯泡的位置，然后安装好前照灯总成。

3）如图 10-25 所示，根据安装线路要求给内附线组装上原灯泡的插接器和放大器。

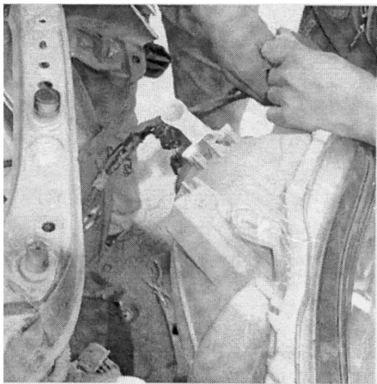


图 10-24　拆下卤素灯

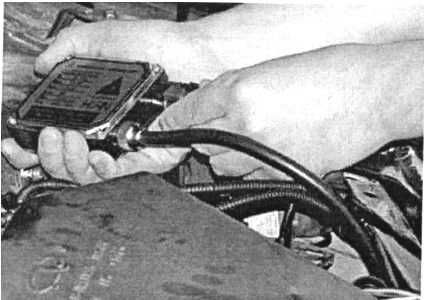


图 10-25　安装放大器

4）将原前照灯10A熔丝换成15～20A熔丝，以避免启动前照灯时由于电流过大而导致熔丝烧断。

学习提示：

① 放大器切勿安装在车内过热的部位，应当安装在透气性较好的位置，以便让空气流动来降低放大器的温度。

② 避免氙气前照灯潮湿，否则容易漏电和老化。

③ 放大器与灯泡的摆放距离不应过远，以减免线路分压而造成灯泡不亮现象。

④ 放大器的高压线部分不应缠绕，以免产生过大的磁场，而影响汽车其他的电器设备。



400. 如何调整前照灯光束？

1）拆下前照灯调节器盖。

2）如图10-26所示，用螺钉旋具转动每个光束调整螺钉，使垂直和水平光束在规定的范围内。

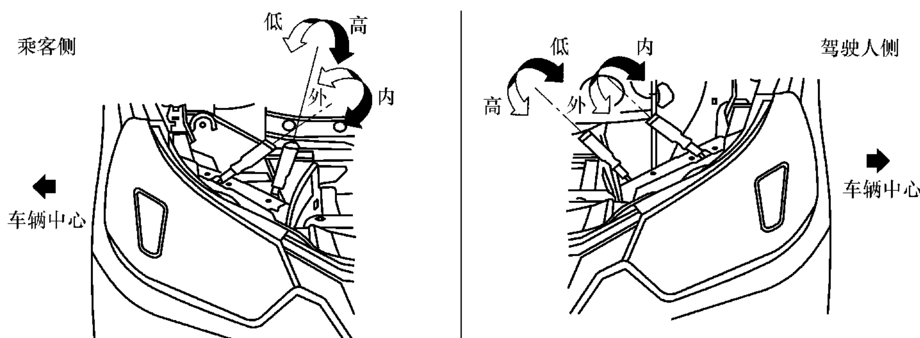


图10-26 调整前照灯光束



401. 如何判断照明系统灯光线路断路？

如图10-27所示，将试灯一端搭铁，另一端触针依次接触从点火开关到用电器之间的开关、熔丝、插接器等，试灯应点亮，否则表明在亮与不亮之间的线路上存在断路故障。

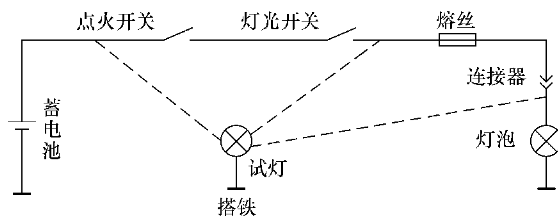


图10-27 判断照明系统灯光线路断路方法





402. 如何判断照明系统灯光线路短路？

如图 10-28 所示，断开灯泡线路的搭铁线，将试灯铁夹夹到电源正极，触针分别接触从电源正极到灯泡正极之间的线路，试灯应不亮，否则表明在不亮与亮（甚至微亮）之间的线路上有短路故障。

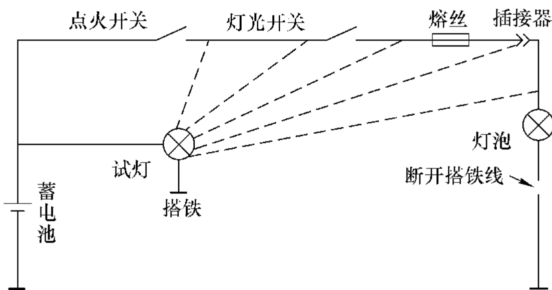
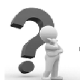


图 10-28　判断照明系统灯光线路短路方法



403. 汽车照明开关有哪些？

汽车照明开关类型见表 10-10。

表 10-10　汽车照明开关类型

类型	具 体 内 容
（1）组合式车灯开关	组合式车灯开关是将前照灯开关、变光开关、转向灯开关、小灯开关等组合一体，安装在转向柱上的一种开关
（2）按钮式开关	按钮式开关有单投和双投两种
（3）脚踏板变光开关	它用来控制前照灯的远光以及近光，安装在离合器踏板附近，每踏一次活动触点转换一次灯光
（4）其他开关	其他开关如刮水器、洗涤器、暖风开关等



404. 如何判断灯光组合开关故障？

1）拆下灯光组合开关。

2）以本田思域灯光组合开关为例，使用万用表检查各开关位置端子之间的导通性，见表 10-11。如果导通性不符合规定，则更换灯光组合开关。

表 10-11　灯光组合开关判断表

前照灯开关端子／位置			4	6	9	10	11	12
前照灯开关	关闭				○	—	—	○
	示宽灯符号						○	○
	前照灯符号	低				○	—	○
		高	○	—	—	○	—	○
通过开关	关							
	开			○	—	—	—	○

转向信号开关端子／位置	1	2	12
左		○	○
空档			
右	○	—	○

前/后雾灯开关端子／位置	8	7	12
前	○	—	○
后		○	○
前/后	○	—	○
		○	○



405. 如何排除左右前照灯的亮度不一致故障？

左右前照灯的亮度不一致故障的排除见表10-12。

表 10-12　左右前照灯的亮度不一致故障的排除

故障现象	故 障 原 因	故 障 诊 断
前照灯开关接通后，不论是远光还是近光，有一侧灯较暗	① 可能是灯光暗淡一侧的双丝灯泡搭铁不良所致； ② 灯光暗淡一侧的灯泡插头松动或锈蚀使接触电阻增大； ③左右两侧灯泡的功率不同	① 首先检查左右两侧灯泡的功率是否相同，可采用互换左右灯泡的办法进行判断； ② 在灯泡功率相同的情况下，用一根导线，一端接车身，另一端和灯光暗淡的灯泡搭铁接线柱相连，如恢复正常，即表明该灯搭铁不良； ③ 若灯泡单丝发光微弱，常为连接该灯泡灯丝的插头松动或锈蚀使接触电阻过大所致。可用电源短接法迅速判明故障部位



406. 如何排除转向信号灯闪光频率不正常故障？

转向信号灯闪光频率不正常故障的排除见表10-13。

表 10-13　转向信号灯闪光频率不正常故障的排除

故障现象	故 障 原 因	故 障 诊 断
转向信号灯工作时，左右转向信号灯的闪光频率不一致或闪光频率都不正常	① 导线接触不良； ② 灯泡功率选用不当或某一边有一灯泡烧坏； ③ 闪光器故障	① 检查闪光器、转向信号灯开关接线柱上接线是否松动，灯泡功率是否与规定相符，左右灯泡功率是否相同； ② 若灯泡功率都符合规定，则应检查是否有一只灯泡烧坏； ③ 若左右转向信号灯闪光频率都高于或低于规定值，一般为闪光器故障，应更换新件





407. 如何排除倒车灯不工作故障？

倒车灯不工作故障的排除见表10-14。

表10-14　倒车灯不工作故障的排除

故障现象	故障原因	故障诊断
倒车时倒车灯不亮	① 倒车灯的灯泡损坏； ② 倒车灯开关损坏； ③ 线路有断路	① 首先检查熔断器是否熔断。若熔断，串接一试灯找出搭铁处，排除故障； ② 若未熔断，可拔下倒车灯开关上所接的两根接线并短接，如短接后倒车灯亮，说明倒车灯开关损坏，应更换新开关； ③ 若短接后倒车灯仍不亮，检查灯泡是否烧坏，搭铁是否良好。如有一只倒车灯不亮，则可能是该只灯泡损坏



408. 如何排除前雾灯开关电路故障？

学习提示：以通用轿车为例，车身控制单元通过向前雾灯继电器控制电路搭铁，使前雾灯继电器通电，继电器开关触点闭合，蓄电池电流经过前雾灯熔丝至前雾灯电源电压电路，从而点亮前雾灯。

1）检测车身控制单元12V参考电压电路线束插接器相关端子和车身控制单元信号电路线束插接器相关的2个端子之间的电阻是否为2.5Ω，如果不在规定范围内，则测试12V参考电压的相关电路和信号，检查是否断路或电阻过大。如果电路测试正常，则更换前雾灯开关。

2）如果所有电路测试正常，则更换车身控制单元。



409. 如何排除AFS不工作故障？

1）检查AFS相关控制单元是否有故障码，如果存在故障码，按照故障码含义进行诊断。

2）检查辅助转弯照明灯机构内电动机是否正常工作，若电动机损坏，则更换。

3）排除AFS OFF开关信号电路短路或断路的故障。

4）测试AFS OFF开关，如果损坏将其更换。

5）检查AFS ECU与执行机构之间的线束和插接器情况。

6）如果以上均正常，则更换AFS ECU。



410. 如何排除AFS报警信号灯变亮故障？

1）检查前、后自动调平传感器的安装是否正常，以及支架上是否出现弯曲、损坏或错



位等，若有异常将其修复。

2）将点火开关转至ON位置，检查AFS ECU的电源电压是否正常，若不正常应修理或更换点火开关与AFS ECU接线端之间的断路故障。

3）排除AFS ECU与组合仪表之间线路是否正常，若有短路或断路则修复线束，否则应更换AFS ECU或组合仪表。



411. 如何排除AFS不能调节前照灯光轴的故障？

1）检查AFS相关控制单元是否有故障码，如果存在故障码，按照故障码含义进行诊断。

2）检查自动调平传感器的连接线路或本身是否损坏，如果传感器有损坏将其更换。

3）检查AFS ECU与前照灯调平执行器之间的线束是否损坏，如果有断路或短路应排除线束故障。

4）如果其中一侧前照灯光轴不能自动调整，则使用良好的前照灯总成进行替换检查，如果恢复正常，更换前照灯总成。



412. 如何排除AFS ECU电源电路故障？

以丰田凯美瑞轿车AFS ECU电源电路故障为例，其电路如图10-29所示。

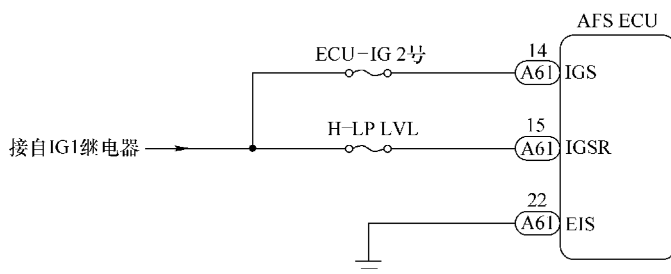


图10-29　AFS ECU电源电路

1）关闭点火开关，分别检查ECU－IG 2号和H－LPLVL（AFS电动机）熔丝，若正常将进行下一步，否则应更换熔丝。

2）打开点火开关，使用万用表分别检查AFS ECU14号、15号端子与22号端子之间均应为12V，若正常，说明线路没有故障，应更换AFS ECU；若不正常将进行下一步。

3）将AFS ECU插接器断开，打开点火开关，使用万用表分别检查AFS ECU14号、15号端子与车身搭铁之间电压，均应为12V，若正常应排除22号端子与车身搭铁之间的线束故障；若不正常，则排除AFS ECU14号、15号端子至IG1继电器线路故障。





背景知识加油站 4　音响与导航系统

一、音响与导航系统概述

音响与导航系统由一个音响系统（收音机和显示屏）与一个导航 ECU 构成，如图 10-30 所示。

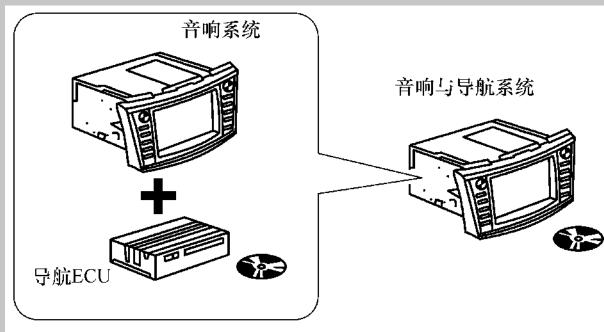


图 10-30　音响与导航系统示意图

二、音响与导航系统特点

1）具有防振功能，目前采用的减振装置主要是防振悬架系统和电子减振系统。

2）具有防盗功能的控制面板。

3）电话减音功能，当使用车载电话时，自动降音或处于静音状态。

4）驾驶座声场模拟系统，通过延迟扬声器的声音，模拟出驾驶座在中央的声场，使音质达最佳境界。

5）智能语音识别系统。

6）与导航系统兼容的 DVD。

7）具有安全功能的 DVD，当车辆处在静止状态时，可播放 DVD 影碟。只要车辆一行驶，即刻把画面转换为播放音乐。



413. 汽车音响与导航系统主要由哪几部分组成？

汽车音响与导航系统主要由 DVD 影碟机、导航 ECU、扬声器（包括 1 号扬声器与 2 号扬声器）、天线（包括 GPS 天线、收音机天线）、多功能显示器总成及附件组成。以丰田威驰轿车为例说明音响与导航元件位置，如图 10-31 所示。

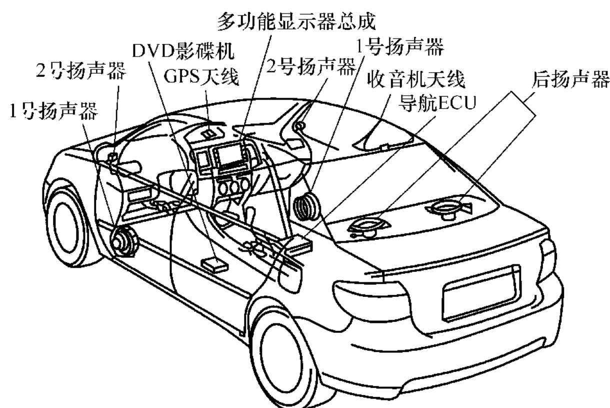


图 10-31　丰田威驰音响与导航元件位置

知识链接

目前汽车音响与导航系统主要包括如下内容：

（1）主机　主机（信号源）包括汽车收音机（调谐器）、磁带放音机、CD 唱机、车用 VCD 影碟机或 DVD 影碟机、导航 ECV 等。目前，普通中低档车用视听系统的信号源主要是车用收放音机、VCD 影碟机，高档汽车视听系统的信号源主要是收音机、车用 DVD 影碟机，还可以选择 MP3 等。

（2）扬声器　扬声器主要指主扬声器、环绕扬声器等，主扬声器通常由低音扬声器、中音扬声器和高音扬声器组成。扬声器是把电信号转换成声音的电声转换器件，是汽车音响的终端元件。汽车音响一般采用电动式、外磁式圆形或椭圆形扬声器，一般电阻为 4Ω。

（3）天线　天线用于接收广播电台或卫星信号的发射电波，并将接收到的信号经过电子放大和过滤，使收音机声音更清晰，频道更多。汽车天线主要有杆式天线、玻璃天线及自动天线三种。

（4）多功能显示器总成及附件　多功能显示器总成及附件主要用于视频的显示或控制面板的操作。



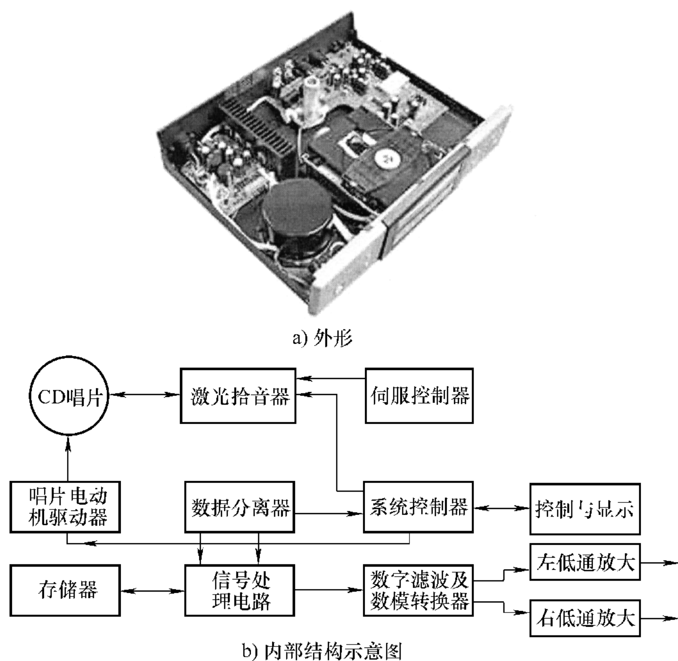
414. 汽车音响的结构与原理如何？

（1）汽车用 CD 唱机

1）基本结构。如图 10-32 所示，CD 唱机（激光唱机）由光学系统、机械系统和电信号处理系统三大部分组成。光学系统用来拾取 CD 唱片上的各种信号，机械系统用来完成 CD 唱片的运转及激光拾音器的循迹运动，电信号处理系统用来处理各种电信号。

2）工作原理。CD 数字信号以凹坑或镜面的形式记录于唱片，重放时，激光拾音器从唱片上拾取信号。激光拾音器向唱片发射的激光束穿过透明的片基后聚焦于信息面，原直径为 1mm 的激光束经片基折射到达信息面，变成直径为 1μm 的光点，如图 10-33 所示。然后再由唱片反射层反射回来，通过检测反射光的强弱，读取唱片上记录的数字信号。





a) 外形

b) 内部结构示意图

图 10-32　CD 唱机结构

（2）汽车用 VCD 影碟机

1）基本结构。VCD 影碟机主要由 CD 机芯、伺服电路、系统控制电路、MPEG－1 视音频解码电路、PAUNTSC 编码器、音频电路和 RF 变换器等构成，如图 10-34 所示。

2）工作原理。车用 VCD 影碟机工作顺序是在系统的微机指令控制之下进行，如图 10-35 所示。

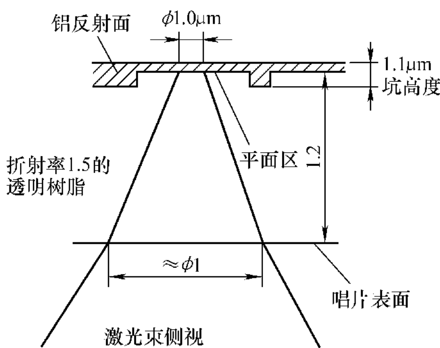


图 10-33　CD 唱机工作原理

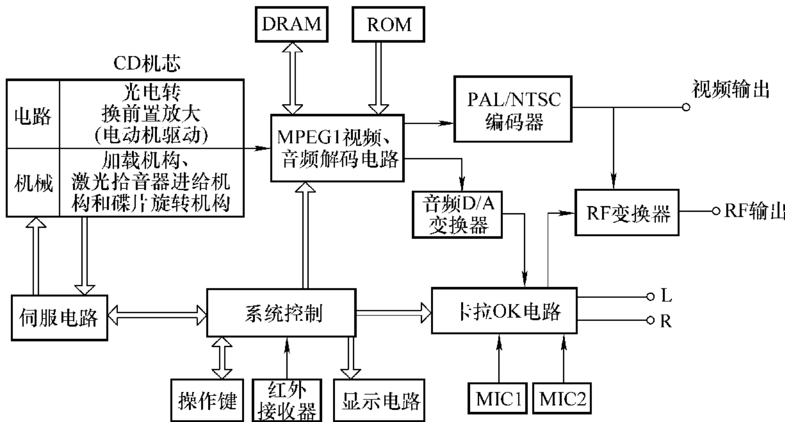


图 10-34　VCD 基本结构



图10-35　VCD影碟机工作



415. 检修汽车音响有哪些注意事项？

1）弄清所修汽车音响使用的电源电压。目前大多数汽车音响都使用12V直流电压供电，但也有的汽车音响使用24V直流电压供电。

2）了解汽车音响的故障率分布。汽车音响的故障90%左右是功放集成电路损坏，放音前置均衡放大器损坏较少，收音部分故障率较低。

3）更换的熔丝决不可超过原来的规格，否则，重新通电后就有可能烧坏机内尚未损坏的元件。

4）对同时存在多种故障的汽车音响，应首先检查整机的供电电路，再逐步检修功放电路，待功放电路正常后，再根据故障现象，采取有针对性的修理措施。检修顺序一般为：电源电路→功放电路→收音或放音电路。

5）不要让导电物掉入机内。

6）更换功放集成电路或某些大功率元件时，要按原安装方式放置垫圈和绝缘垫片等，不得随意减少，以防发生击穿和影响散热效果。更换发热的大功率电阻时（例如指示灯限流电阻等）要按原样进行安装，不得随意贴近印制电路板或靠近其他元器件。

7）维修过程中，对于一些没有代换元件的集成电路和功率放大模块等，如果采用外贴元件修复或分立元件代换，要经过反复试验，确保其能正常工作，且稳定可靠。



416. 音响检修的基本流程如何？

音响检修的基本流程见表10-15。

表10-15　音响检修的基本流程

项　　目	具体内容
（1）掌握故障规律	维修人员动手之前，不要忙于通电，先要询问车主，了解故障出现的规律，如电压变化情况；环境过热、潮湿、碰撞等变化情况
（2）确认故障	打开音响使其通电，运用各种检测方法使故障复原，确认故障现象存在
（3）查询资料，判断故障部位，确定修理方案	查询电路图等资料，依据音响的结构原理并借助以往的维修经验，以推断造成故障的部位，确定修理方案
（4）外观检查	对汽车音响的外观检查，主要是察看待修机外表面上的伤痕，电源插头及导线是否良好，连接插座是否有松动现象，声源单元各设备的信号输出线与放大器的连接、放大器与喇叭的连接等是否良好，同时还应对待修机的牌号、型号、新旧程度及使用保养等情况进行观察
（5）找出故障部件	确定汽车音响故障存在的区域，并根据故障单元的电路原理图和印制电路板图，分析其工作原理，找出在印制电路板上相应故障部位，然后运用仪器进行数据测试、分析，并与正常工作时的数据进行对比，最后找出故障部件或电路的断路与短路点



（续）

项　　目	具体内容
（6）故障的修复与更换	故障部件检寻出来后，针对不同故障程度，进行相应的修复或更换 **学习提示：** ① 对于有些机械类易损件可通过调校、整形及加工仿制等措施修复。 ② 对于声电或电声转换部件则可采取局部修复措施进行修复。 ③ 对于电路类易损件一般属于元件变质或性能参数下降，有些可通过调整电路工作点恢复其功能。 ④ 对于集成电路或厚膜块，若局部损坏则可采用外贴元件的修复措施，若损坏程度严重，则可采用变通代换措施排除故障。
（7）调试与试验	故障部件修复或更换元件之后应加以调试和试验，使整机各电声技术指标恢复至原机要求



417. 汽车音响的检修方法有哪些？

汽车音响的故障形式多种多样，主要的检修方法见表10-16。

表10-16　汽车音响的检修方法

方　　法		操　　作
询问法		询问用户汽车音响的使用情况、故障现象等，认真分析
直观检测法		利用人的感觉器官，眼（看）、耳（听）、鼻（闻）、手（拨和摸）等，对汽车音响进行外表检查
具体位置定位法		确定收音、放音线路和功放电路的具体位置
清洁检查法		清洁各部位（或用小毛刷清扫）的灰尘或用无水酒精将机内有污垢处清洗干净
顺线跟踪查找法		对机器线路能够分辨出具体作用后，从不同故障线路位置跟踪查找故障点
信号注入（干扰）法		所谓信号注入法就是用信号发生器（高频和低频）的信号或干扰信号注入到待修机各级放大电路的输入端，观察扬声器的发声情况，以判断故障部位
万用表检测法	直流电压检查法	利用万用表测量集成电路各端子对搭铁的直流电压，与标称电压进行对照
	电流检查法	通过测量整机或某一部分的电流数值，并与正常值比较进行故障诊断
	电阻检查法	用万用表测量音响元器件、连接导线、接插件等的直流电阻，判断元器件是否断路、短路、漏电、放大性能失效等，以及导线、印制板、插接件等的通断情况
割断法		将怀疑部件焊开或将电路供电断开。若割断某处后测量电路阻值明显变大或电流变小恢复正常，说明该处存在故障
短路查法		用短路线将电路的某一部分短路，从扬声器声音变化的情况判断故障
温度检测法		用加温或冷却的手段使怀疑部件温度发生变化，从而判断故障的部位
重焊排除故障法		若无法看清虚焊点，可在怀疑的故障部位，用电烙铁重焊，直至故障消失
元件替代法		在汽车音响维修中，使用一个好的或一部分好的电路替换怀疑存在故障的元件或电路，直至故障消失



418. 汽车音响整机不工作如何处理?

汽车音响整机不工作主要表现为按控制面板上的电源开关按键后，液晶屏不亮或功能键失效，大部分故障为电源断路、机内线路断路、开关触点烧坏等。其故障排除见表10-17。

表10-17　汽车音响整机不工作故障的排除

项　　目	具体内容
（1）检查外部线路	① 检查主机外部连接插头有无脱落、连接接头线束是否破损、短路等，如有异常则进行处理
	② 检查主机输入/输出接口插头接触是否正常，若出现接触不良则重新拔下然后插紧，必要时将其更换
（2）检查电源电路	用万用表分别测量VCC和ACC插孔与搭铁的电压，正常时主电源VCC不受点火开关控制，应始终有12V电压；而ACC只有点火开关置于ON位置才有12V电压。当电压异常时为外部线路故障，应排除熔丝以及线路断路或短路故障；当电压正常时为音响内部故障，应进行拆检
（3）检查微处理器电路	检查微处理器电路，应先检查微处理器正常工作的条件，若微处理器工作条件满足则为微处理器与存储器之间的IC总线可能存在短路或漏电故障，应进一步排除，必要时更换



419. 排除磁带放音部分故障的注意事项及技巧有哪些?

1）不允许触摸磁带的表面，因为灰尘会污染磁头。

2）应使磁带远离内含磁性物质的设备，如扬声器、放大器等，以防止擦除或破坏磁带上所存储的信息。

3）换片时显示了播放的状态符号，但扬声器中却无声音发出。此时微处理器控制系统尚未正常运转，通常可按一次复位按钮试试，使其运转后，问题即可得到解决。



420. 如何判断扬声器的好坏?

1）选择万用表的R×1档并将两表笔分别接扬声器的两引出线，此时测得的数据为扬声器音圈的直流电阻。此值如为无穷大表明音圈断路，扬声器不能使用。如测得的阻值小于标称阻抗值，表明扬声器良好。

2）将万用表置于R×1档，用一只表笔与扬声器一引出线相接，另一只表笔断续触碰扬声器的另一引出线，此时扬声器若发出“喀喀”声，且指针作相应的摆动，表明扬声器是好的。如扬声器没有声音，万用表指针也不摆动，表明扬声器有故障。



421. 如何避免音响系统锁止?

1）在进行维修时，若不知道音响密码，千万不要断开蓄电池的电源线。

2）更换蓄电池时，必须先并接一新的蓄电池后后再拆旧的蓄电池。当必须拆下蓄电池负极时，也必须采取一定的措施保证音响不会断电。

3）不要误拔音响熔断器。有些车系的音响和发动机微电脑清除故障码共用一个熔断器，如本田轿车，不要随意断开该熔断器。



4）离开车时，确保点火开关关闭并且所有用电设备不工作，以防止蓄电池因完全放电而导致音响被锁止。



422. 音响系统锁止应如何处理？

（1）已知音响密码的解码　在已知音响密码的情况下，输入正确的密码，即可解码，音响系统恢复正常。

（2）无密码的解码　不知本机的密码，使用逻辑分析仪或者专用音响解码器解码。其步骤与方法如下：

1）从中央仪表台上拆出音响机身，拔下线来。

2）打开音响机身上盖，拆下磁带舱，露出底层的主电路板。

3）仔细检查主电路板，必要时打开机身下盖，寻找如下几种型号的集成电路：93C86、93C46、85C82、24C81A、4558 等，如图 10-36 所示。然后通过逻辑分析仪获取密码。

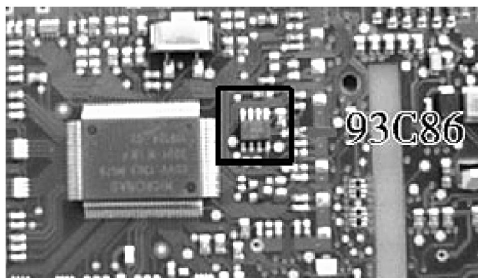


图 10-36　音响密码集成电路

学习提示：

使用数据编程器来读出音响 EEPROM 原来的密码数据，加以换算，即可得到正确的密码。

4）如没有专用的逻辑分析仪或音响解码器，如本田雅阁车型，可将密码集成电路 93C46 拆下来，即可永久解码，音响恢复正常状态。



423. 如何排除收音机 AM/FM 接收不良？

1）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。

2）检查收音机是否在多处都会发生接收不良故障，若存在接收不良，进行下一步检查；否则说明电台信号差，系统正常。

3）检查 AM/FM 天线是否破损，若破损则更换 AM/FM 天线；否则进行下一步检查。

4）断开 AM/FM 天线插头，打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，测量 AM/FM 天线的线路供电电压以及线路有无断路或短路故障，若线路正常则更换 AM/FM 天线或收音机。



424. 如何排除唱片不能弹出故障？

1）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。

2）打开音响系统，若音响能正常运行，进行下一步检查；否则应排除电源开关不能开启故障。

3）按弹出按钮，检查唱片是否正常弹出而不卡滞，若正常说明音响工作良好，否则应打开音响进行检修，必要时更换。

425. 如何排除6碟DVD音响不能载入所有唱片故障?

1）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

2）打开DVD音响装置，并试将6张唱片载入DVD音响中，若能接受所有的唱片，说明系统间歇性故障，DVD音响此时正常；否则进行下一步检查。

3）试将6张运行良好的唱片载入DVD音响装置，若能接受所有的唱片说明DVD音响正常，原碟片有损坏；否则应更换DVD音响。

426. 如何排除收音机不能换台故障?

1）打开点火开关至ON（Ⅱ）位置。

2）打开收音机装置，并检查显示板是否有音频信息，若收音机能正常显示，进行下一步检查；否则应排除电源开关未能开启故障。

3）操作调频按钮检查收音机是否能换台，若能换台，为间歇性故障；否则应更换收音机装置。

427. 如何设置通用车系音响密码?

1）当接通点火开关时，“LOCK”（锁住）出现在显示屏上。

2）按MIN（分钟）键，“000”会出现在显示屏上。

3）再按MIN（分钟）键使后两位数和密码相符。

4）按HRS（小时）键使前一位或两位数字和密码相符。

5）确认这个数字和密码相符之后按AM－FM（调幅－调频）键，显示屏上显示“SEC”（安全），表明音响系统可以工作并处于防盗状态。

维修注意：

如果输入了8次错误密码，显示屏上会出现“INOP”（不工作），重试之前必须使点火开关接通并等待一个小时。重试时，在“INOP”（不工作）显示之前，只有三次机会输入正确密码。切记不要再错了，否则永久锁死，只有与通用汽车特约售后服务中心联系，才能解除音响密码。

428. 怎样设置丰田大霸王轿车音响的解码程序?

1）打开点火开关到至“ACC”位置，音响系统处于关闭状态。

2）如图10-37所示，在将预先设定电台按键“1”和“6”按下的同时，打开并按下“PWR，VOL（电源、音量）”按钮，液晶显示屏就会出现“SEC（密码）”字样。

3）按下预先设定电台按键“1”左侧的“TRACK SEEK（音调选寻）”的同时，按下预先设定电台按键“1”，“－－－”将会显示在液晶显示屏上。

4）通过重复按动标有数字“1”“2”“3”的预先设置电台按键，输入正确识别码。例如，如果设定数码为210，则需要重复按下“1”键3次，（因为第一次显示0，第二次显示1，依次类推），重复按下“2”键2次，按下“3”键1次。





图 10-37　丰田大霸王音响控制面板

5）当所输入的辨识密码显示在液晶屏上时，按下预先设定电台按键右侧的“SCAN（扫描)”键，直至“SEC”出现并自动消除，表明设定工作已经完成。

维修注意：

若在设定过程中出现错误，“ERR（错误)”将会在“SEC”显示之前显示在液晶屏上，此时就要从步骤3）重新开始。一旦系统设定，防盗指示灯将会在点火开关关闭时闪亮，在点火开置于“ACC”时，显示屏上会显示“SEC”。



429. 如何对思铂睿的音响进行自诊断？

（1）显示屏检测

1）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，关闭音响装置。

2）如图 10-38 所示，按住“1”、“6”键同时按“VOL”键显示“DIAG”。

3）按“3”键，显示屏全屏显示，再按一次全部熄灭，检查有无损坏。

4）按“4”键，检查亮度级别。

（2）扬声器检测

1）打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置，关闭音响装置。

2）按住“1”、“3”键同时按“VOL”键显示“SPK CHK”。



图 10-38　思铂睿音响控制面板

3）按“SKIP”键检查扬声器，有九种模式。顺序依次为：全部→左前→前部中间→右前→右后→右后门→后部中央低音→左后→左后门。

 430. 导航系统主要由哪几部分组成？

导航系统由 GPS 导航 ECU、车速传感器、陀螺仪传感器、GPS 天线、显示器以及电子地图数据库等组成，如图 10-39 所示。

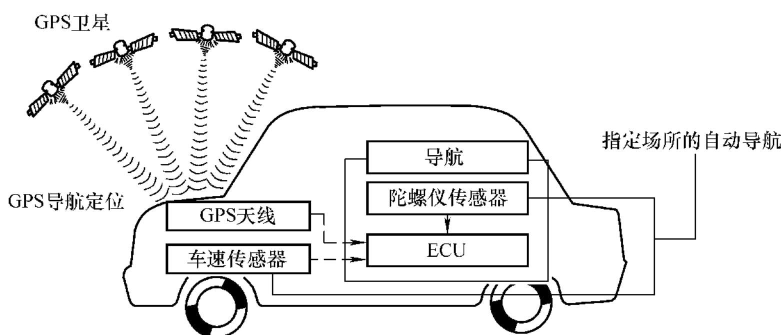


图 10-39　导航系统结构

 431. 导航系统工作原理是什么？

导航系统（GPS）的工作原理是 GPS 天线接收到来自 GPS 卫星传递的数据信息，然后与电子地图数据相匹配，便可确定汽车在电子地图中的准确位置，如图 10-40 所示。

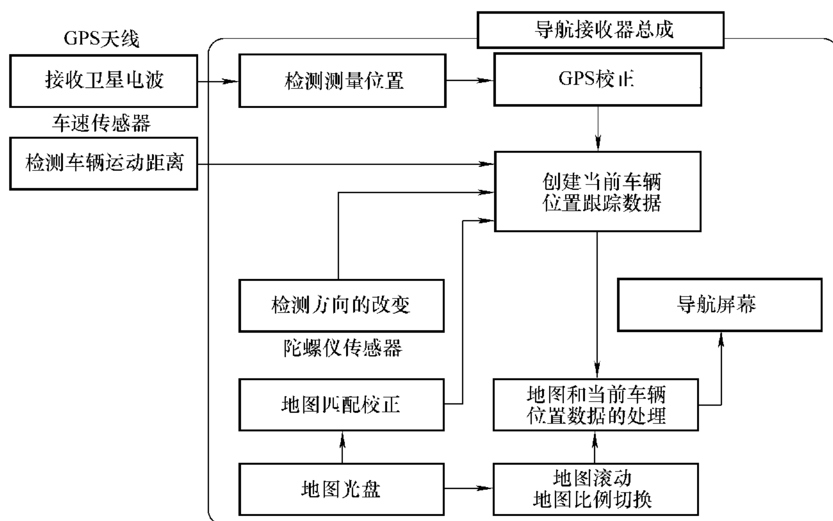


图 10-40　GPS 工作原理



学习提示：

1）导航接收器总成利用陀螺仪传感器发出的方位偏差信号以及车速传感器发出的运动距离信号计算当前的车辆位置（方位和当前位置）。

2）导航接收器总成通过处理车辆位置数据、车辆运动轨迹以及来自地图光盘的地图数据，在地图上显示车辆跟踪情况。

3）将来自地图光盘的地图数据与车辆位置和运动轨迹数据作对比，然后将车辆位置与最近的路线相匹配。

4）将车辆位置与 GPS 测得的位置相匹配。然后，将来自 GPS 设备的测量位置数据与车辆位置和运动轨迹数据作对比。如果位置差异很大，则使用 GPS 测量定位。



432. 如何排除导航 ECU 接收器故障？

1）使用故障诊断仪读取导航系统故障码，然后根据故障码进行诊断。

2）将点火开关旋至锁定（0）位置，然后再打开点火开关至 ON（Ⅱ）位置。

3）进入导航系统诊断菜单并在选择诊断项目菜单中选择自诊断模式。

4）选择系统链接，然后选择 GPS 天线。检查导航 ECU 接收器是否显示正常，若不正常则更换导航装置。



433. 如何排除导航系统车辆位置偏离路线故障？

1）排除附加设备（雷达、防盗装置等）的无线电信号干扰。

2）排除汽车导航 ECU 以及 GPS 天线线束是否出现断路或短路的故障。

3）排除车辆速度传感器信号电路故障，必要时更换导航 ECU。



434. 如何排除车辆的运动方向与导航系统标注运动方向相反故障？

导航系统上标注的车辆运动方向与车辆实际运动方向相反一般是由于汽车导航 ECU 出现故障造成的。

1）首先应检查汽车导航 ECU 连接线路以及信号是否正常，若不正常则排除 GPS 天线故障。

2）使用良好的汽车导航 ECU 进行替换，如果故障恢复了正常，则更换原车导航 ECU。



背景知识加油站 5　刮水器与洗涤系统

一、刮水器与洗涤系统概述

1. 作用

刮水器与洗涤系统的主要作用是清扫落在风窗玻璃上的水或污渍，提高驾驶的安全性。

2. 工作原理

（1）低速　在点火开关处于RUN或START位置时，蓄电池电压通过熔丝提供给刮水器电动机，当刮水器开关转至LOW位置时，电动机的低速绕组通过刮水器开关的低速触点搭铁，于是刮水器以低速运转。

（2）停止　当刮水器开关转至OFF位置时，ECU使刮水器电动机搭铁。当电动机上的凸轮开关把“刮水器在停止位置”信号送给ECU时，ECU断开电动机搭铁，同时刮水器将停在“初始”位置。

（3）高速　当刮水器开关处于HIGH位置时，刮水器电动机的高速绕组通过刮水器开关的高速触点搭铁，于是刮水器以高速运转。

（4）间歇工作　当刮水器开关移至INT位置时，ECU通过导线通电，并使刮水器间歇工作继电器的线圈间歇搭铁。然后，继电器使刮水器电动机的低速绕组搭铁，同时，刮水器作单一的摆动，大约每5s循环一次。

（5）除雾　当把刮水器开关的手柄拉至MIST位置时，刮水器电动机的高速绕组通过刮水器开关的MIST触点搭铁，同时刮水器以高速摆动一次，并且返回“初始”位置。

（6）洗净器　向外拉刮水器开关手柄时，蓄电池电压通过熔丝提供给洗净器电动机以及ECU的信号输入，ECU使刮水器电动机低速绕组搭铁，将开关手柄推回后，电动机运转，一旦放开手柄，则刮水器将继续摆动直到到达初始位置。

二、刮水器与洗涤系统布置

刮水器与洗涤系统主要由刮水器电动机、刮水器连杆、洗涤系统电动机、喷嘴等组成，如图10-41所示。

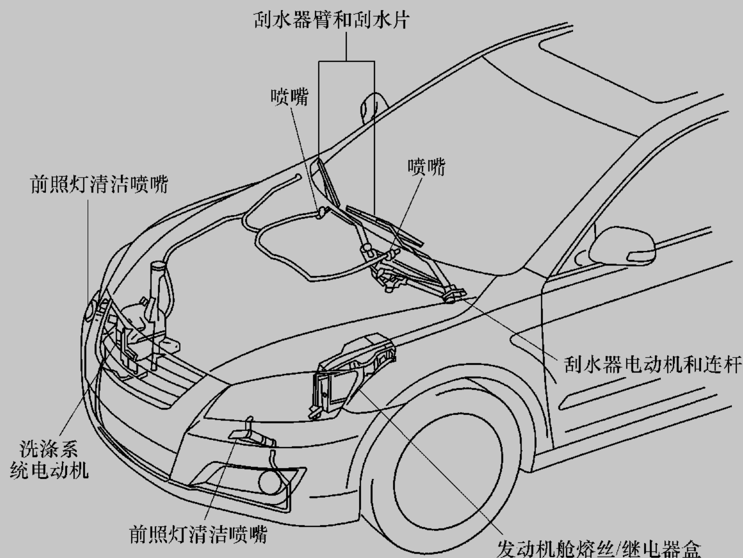


图10-41　刮水器与洗涤系统部件布置





435. 如何维护风窗玻璃刮水器及洗涤器？

风窗玻璃刮水器及洗涤器的维护项目见表10-18。

表10-18　风窗玻璃刮水器及洗涤器维护项目

序号	项目	操　　作
1	检查刮水器橡胶片	查看刮水器橡胶片是否老化以及与风窗玻璃贴合是否紧密，若异常则更换橡胶片或金属架
2	润滑刮水器各铰接处	向各运动铰接处滴注2~3滴机油或涂抹润滑剂，然后打开刮水器电动机开关使刮水器摇臂摆动来润滑刮水器各铰接处
3	检查刮水器工作性能	确保洗涤器储液罐中有充足的清洗液，然后打开洗涤器来检验刮水效果，若刮水留有痕迹或振颤纹，从风窗玻璃上轻轻地抬起摇臂，检查摇臂的压力。若其弹性压力极不稳定或者弹簧严重生锈，应更换摇臂
4	检查喷嘴	若喷嘴堵塞可用细小的针捅开喷嘴堵塞物或更换新的喷嘴。检查洗涤器喷嘴，脏污时可用干净的毛刷清洗喷嘴，喷嘴喷射角度不适合时应进行调整



436. 如何诊断刮水器常见的故障？

学习提示：刮水器的常见故障有：刮水器不工作，刮水器运转速度不正常，刮水器不能复位等，排除方法见表10-19。

表10-19　刮水器常见的故障诊断

故障现象	故障原因	排除方法
刮水器不工作	（1）刮水电动机：电动机定子或转子断线、电刷磨损严重	① 更换电刷、定子、转子或更换电动机
	（2）刮水器电路中的熔断器断路或接线断线	② 更换熔断器，修复电路接线
	（3）刮水器开关接触不良	③ 更换开关
	（4）刮水间歇继电器损坏	④ 更换继电器
	（5）连接杆卡滞不能运动或脱落，摇臂烧坏或锈蚀、脱落	⑤ 修复连接杆和摇臂
刮水器运转速度不正常	（1）刮水电动机转子局部短路或电刷磨损严重	① 更换电刷
	（2）电源电压低或电路连接导线接触不良	② 检查线路电压或重新连接导线
	（3）刮水器开关接触不良	③ 更换开关
	（4）间歇继电器有故障	④ 修理或更换继电器
	（5）连杆连接过紧或过松，连接杆润滑不良或卡滞	⑤ 更换连杆
	（6）橡皮刮片变质粘在玻璃上	⑥ 清洗玻璃并更换橡皮刮片

（续）

故障现象	故障原因	排除方法
刮水器不能复位	（1）刮水器开关接触不良	① 修理或更换开关
	（2）刮水电动机电刷磨损，自动复位装置继电器接触不良或自动复位装置运动不灵活	② 检查修理，清洁触点油污，更换电刷继电器



437. 如何诊断洗涤器常见的故障?

学习提示：洗涤器常见的故障有电动机不转或电动机运转但不能喷液或喷液不足，具体排除方法见表10-20。

表10-20　洗涤器常见的故障排除

现象	故障排除
（1）电动机不转	① 首先检查熔丝是否断开。如未断开则拆下清洗器的电线插头并在接线头之间连接一个试灯，检查电源是否正常 ② 接通清洗器开关和点火开关，如试灯亮，表明插头接触不良或电动机有故障，则应接好接头或更换清洗器总成；如试灯不亮，则排除导线断路或刮水器开关损坏故障
（2）电动机运转但不能喷液或喷液不足	① 检查喷水壶液面及管路中是否有泄漏、堵塞 ② 检查喷嘴是否有脏物等 ③ 如以上均正常则应更换清洗泵



438. 怎样排除刮水器不能自动停位故障?

1）首先检查刮水器臂的安装及刮水器开关线路连接是否正常，如果出现异常应进行维修或位置的调整。

2）检查刮水器开关在相应档位的接线柱能否正常接通。

3）检查刮水器电动机自动停位机构触点能否正常闭合，若不正常应更换电动机。



439. 如何检查间歇继电器?

1）如图10-42所示，检查间歇继电器的端子1和4之间是否导通，检查端子2和3之间是否不导通。

2）如图10-43所示，将间歇断电器的端子3与蓄电池正极连接，端子2与蓄电池负极连接；再将端子4与蓄电池正极连接，持续1s左右拆除。检查端子1和端子3之间的导通情况，端子1和端子3开始不导通，但过3～5s后应导通。如果间歇继电器不符合规定，则更换间歇断电器。

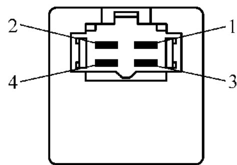


图10-42　检查间歇继电器的端子导通性



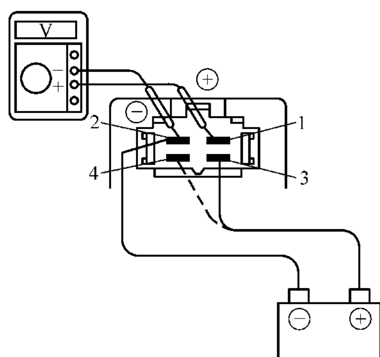


图 10-43 检查间歇继电器延时情况



440. 如何检查刮水器电动机?

(1) 电动机在低速下运转 如图 10-44 所示，将蓄电池正极与电动机端子 2 连接，负极连接到电动机壳体上。检查电动机是否在低速下运转。如果运转情况不符合规定要求，应更换电动机。

(2) 电动机在高速下运转 如图 10-45 所示，将蓄电池正极与电动机端子 1 连接，负极连接到电动机壳体上。检查电动机是否在高速下运转。如果运转情况不符合规定要求，应更换电动机。

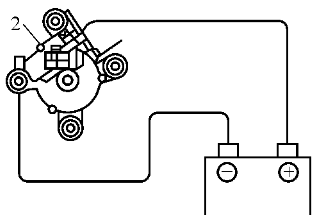


图 10-44 电动机在低速下运转

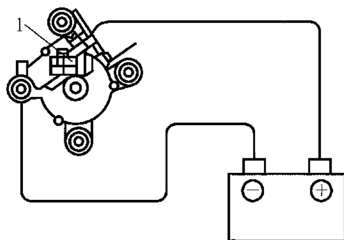


图 10-45 电动机在高速下运转



441. 如何排除刮水器工作时，刮片出现颤动故障?

1) 若刮片老化、弯曲或对玻璃的倾角不对，更换刮水胶条或刮水臂总成。

2) 检查风窗玻璃，若玻璃过脏，比如有较多灰尘或油污，应使用专用的玻璃清洁剂进行清洗。

3) 检查传动机构，如果传动连杆出现锈蚀或卡滞的现象，添加润滑油或更换总成。



442. 怎样检修刮水器连动机构?

1) 检查连动杆是否弯曲变形，如变形应予以校正。

2) 检查刮水臂是否变形，若变形应及时整修或更换。

3) 若刮水条过脏，风窗玻璃上将留下水痕。此时应用洗涤剂将刮水条清洗干净。若橡皮条老化或表面破裂，必须将其更换。

4）检查各连接球头及球座，若磨损严重应予以修理或更换。

5）对电动机进行高速和低速试验，应运转平稳，无机械摩擦声，否则应予更换。

443. 怎样测试洗涤器电动机？

1）如图10-46所示，首先接通点火开关，将刮水器和洗涤器开关置于喷洗位置，检查洗涤器电动机是否运转。若不运转，表明洗涤器电动机或洗涤器电动机控制电路有故障。

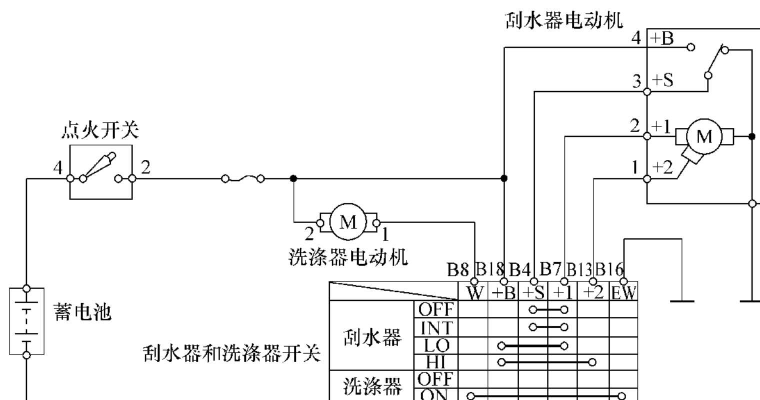


图10-46　金杯轿车刮水器和洗涤器控制电路

2）断开点火开关，拨出洗涤器电动机插头，如图10-47所示，将连接洗涤器电动机的2号接线端连接至蓄电池正极，然后把1号接线端连接至蓄电池负极。检查洗涤器电动机是否运转。若不运转，表明洗涤器电动机出现故障，更换洗涤器电动机。

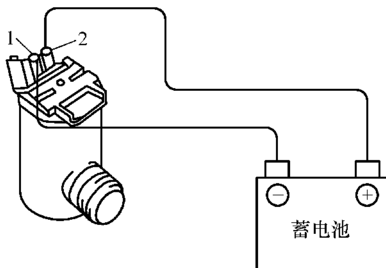


图10-47　连接蓄电池测试洗涤器电动机

444. 雨滴/光线自动感应的控制原理如何？

雨滴/光线传感器安装在内后视镜前方，利用光学原理，并采用光电转换技术将汽车前风窗玻璃上的雨滴转换为电信号。电信号发送到自动灯光/刮水控制单元，最后结合LIN总线上给定的风窗玻璃清晰度设定值等信息进行综合判断后发出控制指令，即可控制刮水器电动机运动，实现对刮水器工作速度和时间的控制，如图10-48所示。



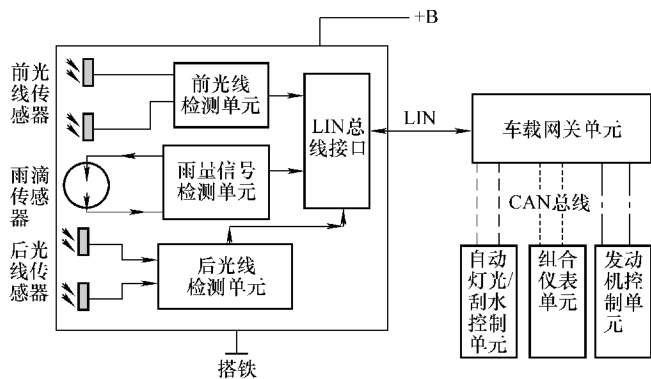


图 10-48　雨滴/光线自动感应的控制原理



445. 雨滴传感器如何进行初始化设置？

学习提示：

① 如果风窗玻璃表面上有水和污物必须清除干净，否则无法进行初始化。

② 操作时速度不能过快，否则初始设定易失败，必须重新设定。

1）把点火开关转至 OFF 位置。

2）将风窗玻璃刮水器开关转至 AUTO 位置。

3）在将点火开关转至 ON 位置之后 10s 内，将风窗玻璃刮水器开关从 AUTO 转至 OFF 位置五次，并使其返回 AUTO 位置。



背景知识加油站 6　车载网络系统技术

一、车载网络系统技术概述

车载网络系统是指借助双绞线、同轴电缆或光纤等通信介质，将车内众多的控制模块（或节点）联结起来，使若干的传感器、执行机构和 ECU 共用一个公共的数据通道，通过某种通信协议，在网络控制器的管理下共享传输通道和数据。

车载网络系统减少了线束的使用，改善了系统的灵活性，通过系统的软件可以实现系统功能的变化和数据共享，也提高了对系统故障的诊断能力。例如车载网络可以将汽车的行驶状态参数传送到显示屏上，提高驾驶安全性。

二、车载网络系统常用基本术语

1. 多路传输

多路传输即在同一通道或线路上同时传输多条信息。

2. 局域网络

局域网络是在一个有限区域内连接的计算机的网络。一般通过这个网络实现系统内的资源共享和信息通信。

3. 现场总线

现场总线是现场通信网络与控制系统的集成。

4. CAN

CAN 即控制器局域网，是国际上应用最广泛的现场总线之一。在车载各电子控制装置 ECU 之间交换信息，形成汽车电子控制网络。

5. 数据总线

数据总线也称为双向数据总线，可比喻为汽车上的信息高速公路。

 446. 什么是数据总线？

数据总线是模块间运行数据的通道，即所谓的信息高速公路。数据总线可以实现在一条数据线上传递的信号能被多个控制单元（系统）共享，如图 10-49 所示。

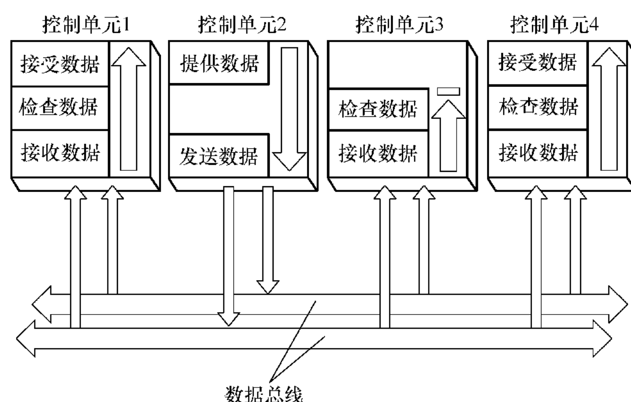


图 10-49 数据总线

 447. 什么是 LAN 系统？

局域网（Local Area Network，简称 LAN）是将分布在汽车上的电器与电子控制单元相互连接，并按照网络协议相互进行通信，以共享硬件、软件和信息等资源的网络系统。LAN 主要分为车内网络和车外网络。

 448. 车载 CAN 总线系统有哪些特点？

1）CAN 为多主方式工作，即网络上任一节点均可在任意时刻主动地向网络上其他节点发送信息，而不分主从，通信方式灵活。

2）CAN 网络上的节点信息分成不同的优先级，可满足不同的实时要求。

3）CAN 的每帧信息都有 CRC 效验及其他检错措施，保证数据出错率极低。

4）CAN 的通信介质可为双绞线、同轴电缆或光纤，选择灵活。

5）CAN 节点在错误严重的情况下具有自动关闭输出功能，以使总线上其他节点的操作不受影响。





449. CAN 数据传输系统部件有哪些功能?

CAN 数据传输系统部件功能见表 10-21。

表 10-21　CAN 数据传输系统部件功能

部　　件	功　　能
(1) CAN 控制器	CAN 控制器主要是接收控制单元中微处理器发出的数据，处理数据并传给 CAN 收发器。同时 CAN 控制器也接收收发器收到的数据，处理数据并传给微处理器
(2) CAN 收发器	CAN 收发器是一个发送器和接收器的组合，它将 CAN 控制器提供的数据转化成电信号并通过数据总线发送出去，同时，它也接收总线数据，并将数据传到 CAN 控制器
(3) 数据传递终端	数据传递终端实际是一个电阻器，作用是避免数据传输终了反射回来，产生反射波而使数据遭到破坏
(4) CAN 数据总线	CAN 数据总线是用以传输数据的双向数据线，分为 CAN 高位 (CAN - High) 和低位 (CAN - Low) 数据线 **学习提示**：数据通过数据总线发送给各控制单元，各控制单元接收后进行计算。为了防止外界电磁波干扰和向外辐射，CAN 总线采用两条线缠绕在一起，两条线上的电位是相反的，如果一条线的电压是 5V，另一条线就是 0V，两条线的电压和等于常值。
(5) 数据传递过程	如发动机电脑向某电脑 CAN 收发器发送数据，该电脑 CAN 收发器接收到由发动机电脑传来的数据，转换信号并发给本电脑的控制器。CAN 数据传输系统的其他电脑收发器均接收到此数据，但是要检查判断此数据是否是所需要的数据，如果不是将忽略掉



450. CAN 总线数据传输系统有哪些类型?

(1) 根据导线类型分类　CAN 总线系统可以分为单线、双线和无线三种传输方式。单线传输如 LIN 总线，在 CAN 系统中，一般采用双线传输，无线传输如蓝牙传输，又叫 Bluetooth 总线。

(2) 根据网络传输速度分类　SAE 车辆网络委员会将汽车传输网络分为 A、B、C 三类。

1) A 类为低速网络，数据传输位速率通常只有 1 ~ 10kbit/s。

学习提示：A 类主要应用于电动门窗、中控锁、座椅调节、灯光照明等控制。

2) B 类为中速网络，位速率一般为 10 ~ 100kbit/s。

学习提示：B 类主要应用于电子车辆信息中心、故障诊断、仪表显示、安全气囊等系统。

3) C 类为高速、实时闭环控制的多路传输网络，最高位速率达 1Mbit/s。

学习提示：C类主要用于发动机和自动变速器的动力控制、防滑控制、悬架控制等系统。到目前为止，满足C类网络要求的汽车控制局域网只有CAN协议。

（3）根据不同性能要求分类　CAN总线系统可以分为5个不同的区域，它们分别为驱动系统、舒适系统、信息系统、多功能仪表、诊断总线5个局域网，然后通过网关连接，如图10-50所示。

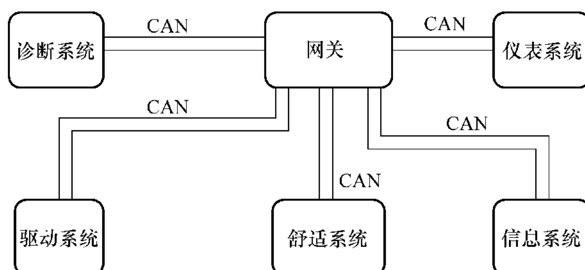


图10-50　途安CAN总线系统



451. CAN系统由哪些模块组成？

CAN系统的组成模块如图10-51所示。

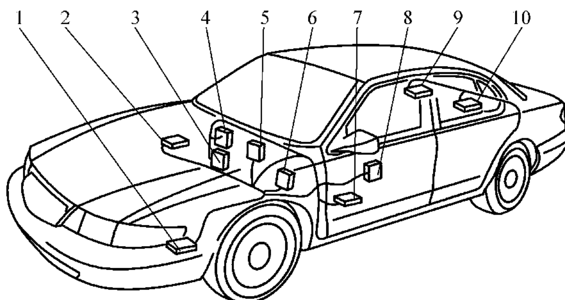


图10-51　上海通用别克CAN系统模块

1—ABS模块　2—动力系统控制模块（PCM）　3—电子自动温度控制（EATC）
4—集成控制板（ICP）　5—组合仪表模块　6—照明控制模块（LCM）
7—驾驶人座椅模块（DSM）　8—驾驶人车门模块（DDM）
9—移动电话模块　10—汽车动态模块



452. CAN数据传输系统有哪些优点？

1）如果数据扩展增加了新的信息，只需升级软件即可。

2）控制单元对所传输的信息进行实时监测，监测到故障后存储故障码。

3）使用小型控制单元及小型控制单元插孔可节省空间。

4）使传感器信号线减至最少，控制单元间可做到高速数据传输。



5）CAN 数据总线符合国家标准，因此可实现不同型号控制单元间的数据传输。



453. 如何检测 CAN 系统节点故障？

节点故障是电控模块的故障，它包括软件故障和硬件故障。其中硬件故障一般是指芯片和集成电路的故障，造成汽车信息传输系统不能正常运行。软件故障主要是指汽车信息传输系统通信出现故障，造成控制系统失灵。

对于节点的故障，一般只有采用替换控制单元的方法进行检测，然后读取故障码来排除。



454. 如何判断 CAN 系统链路出现故障？

汽车 CAN 总线的链路故障也就是通信线路的故障。当汽车信号传输系统出现通信线路故障时，会导致通信线路短路，通信信号失真，还可能会引起电控系统错误动作。

判断链路是否出现故障，一般采用汽车专用光纤诊断仪来检查通信数据信号是否与标准数据相符，如果出现异常说明链路出现故障。



455. 如何检测 CAN 系统电源系统故障？

汽车信息传输系统的核心部分是电控模块，电控模块的正常工作电压在 10.5 ~ 15.0V 的范围内。当汽车电源系统提供的正常工作电压低于此值，就会造成一些对工作电压要求高的电控模块出现停止工作的状态，从而使整个汽车信息传输系统出现无法通信的故障。

检查时应首先检查蓄电池的电压、各接头连接情况、相关的熔丝、发动机与车身的搭铁是否良好以及相应控制单元的电源供给等情况，还应检查发电动机的输出电压是否正常等。



456. 车载网络系统检修有哪些注意事项？

1）在检查电路之前确保关闭点火开关，断开蓄电池负极电缆。

2）由于动力系统电控单元电路具有一定的敏感性，因此有专门的线路修理程序，要严格执行。

3）动力系统电控单元对电磁干扰极其敏感。

4）为避免损坏线束插接器端子，在对动力系统电控单元线束插接器进行测试时，务必使用合适的线束测试引线。

5）不要触摸动力系统电控单元插接器端子或动力系统电控单元电路板上的锡焊元件，以防因静电放电造成损坏。

6）在利用电焊设备进行焊接时，必须从动力系统电控单元上拆下线束插接器。

7）确保所有线束插接器连接可靠。

8）发动机运行时，不得从车辆电气系统上断开蓄电池电缆。

9）在充电前，务必从车辆电气系统上断开蓄电池电缆。

10）切勿使用快速充电器起动车辆。

11）确保蓄电池电缆端子连接牢固。

12）在安装新的动力系统电控单元前，确保类型正确。

13）当插接器需要更换时，只能更换认可的电气插接器，以保证正确的配合，并防止

线路中电阻过大。

457. 车载网络检修的一般步骤有哪些？

1）检查汽车电源系统是否存在故障，检查蓄电池电压、各接头连接情况、相关熔丝、发动机与车身的搭铁情况等；检查交流发电动机的输出波形是否正常（若不正常将导致信号干扰故障）等。

2）检查汽车多路信息传输系统的链接是否存在故障。可采用替换法或采用跨接线法进行检测。

3）检查是否为节点故障。通常采用替换的方法进行检测。

4）利用CAN系统的故障自诊断功能进行检查。

458. 如何使用诊断仪检测CAN总线？

（1）通过专用仪器（如大众车系的专用检测仪V. A. S5051）测量波形来检测

1）CAN－L断路，如图10-52所示。CAN－L断路是在CAN－L上出现断开区域，其故障波形如图10-53所示。

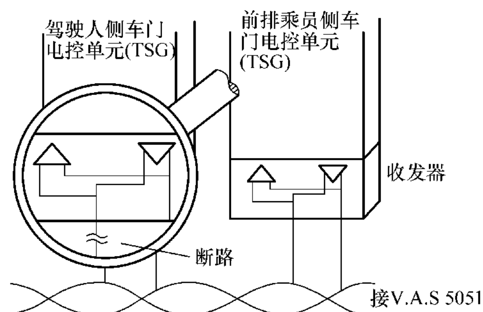


图10-52　CAN－L断路

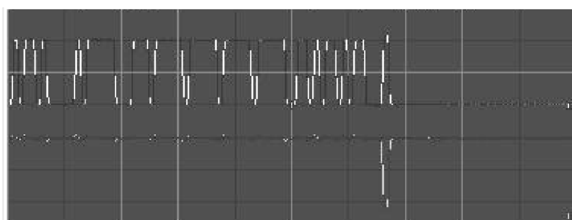


图10-53　CAN－L断路波形

2）CAN－H断路，如图10-52所示。CAN－H断路是在CAN－H上出现断开区域，其故障波形如图10-54所示。



图10-54　CAN－H断路波形

3）CAN－L与CAN－H短路，如图10-55所示。CAN－L与CAN－H短接是指CAN－L与CAN－H上出现短接区域，其故障波形如图10-56所示。

4）CAN－L与CAN－H交叉连接，如图10-57所示。CAN－L与CAN－H交叉连接是指CAN－L与CAN－H上出现交叉连接区域，其故障波形如图10-58所示。



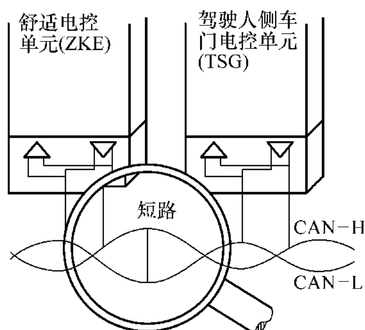


图 10-55　CAN – L 与 CAN – H 短路

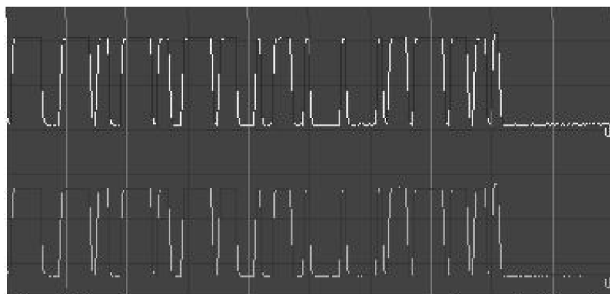


图 10-56　CAN – L 与 CAN – H 短路波形

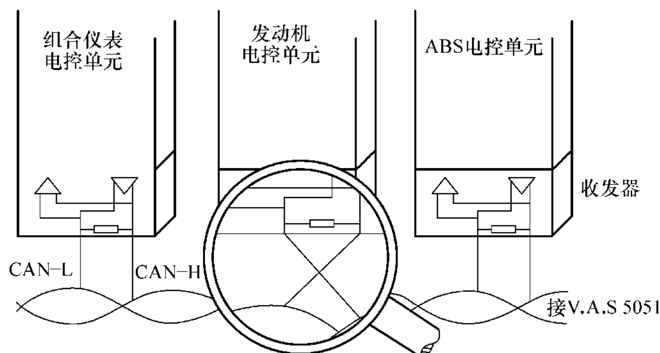


图 10-57　CAN – L 与 CAN – H 交叉连接

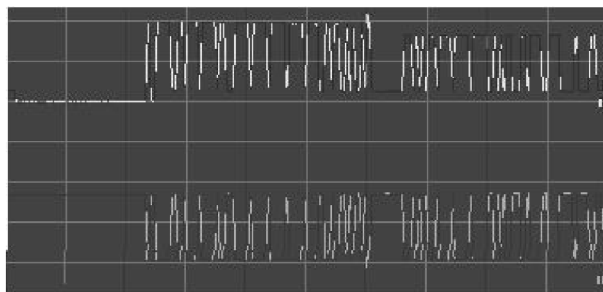


图 10-58　CAN – L 与 CAN – H 交叉连接波形

（2）CAN 总线系统中终端电阻的检测

1）拆下蓄电池负极。

2）起动点火开关，使各存电设备充分放电。

3）分别将万用表的两表笔接在 CAN – L 与 CAN – H 上。

4）将一带终端电阻的电控单元插头拔下，观察万用表电阻值变化情况。

学习提示：若电阻值有变化，说明总线终端电阻正常，否则说明总线终端损坏，应更换。

5）依次对比分析，观察有终端电阻的控制单元电阻值变化情况。

（3）用故障诊断仪诊断 CAN 系统

1）利用专用仪器 V. A. S5051 读取故障码，查找各控制单元内部存储单元内的故障信息。判断具体故障原因，从而排除故障。

2）读取测量数据块中 CAN 总线通信状态。用 V. A. S5051 读取某控制单元数据块，观察哪些控制单元与之发生信息交流及工作状态是否正常。

学习提示：如果某控制单元显示1，表示有信息交流。如果显示0，表示无信息交流，故障为网关之间的连线断路或控制单元故障。



459. 如何排除东风日产启辰数据接口与 ABS 执行器和电气单元之间电路故障？

（1）检查 ABS 执行器和电气单元连接接头

1）将点火开关转至 OFF 位置。

2）断开蓄电池负极电缆。

3）检查线束 ABS 执行器和电气单元相关的接头与端口是否损坏、弯曲和松脱（接头侧和线束侧）。若出现异常则维修端口或接头，否则需要进一步检修。

（2）检查线束断路

1）断开 ABS 执行器和电气单元线束接头。

2）对照电路图测试相应的数据接口（A）与线束接头（B）之间的导通性，如图 10-59 所示。若异常则维修线束，否则需要进一步检修直至将故障彻底排除。

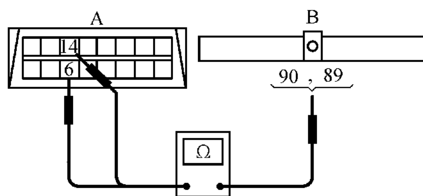


图 10-59　测试线路



460. 如何排除东风日产启辰 ABS 执行器和电气单元电路故障？

1）断开 ABS 执行器和电气单元（控制单元）的接头。

2）检查 ABS 执行器和电气单元的端口和接头是否损坏、弯曲和松脱。

3）如图 10-60 所示，检查 ABS 执行器和电子单元线束接头端口之间的电阻，然后对比标准值进行比较，判断其是否故障。

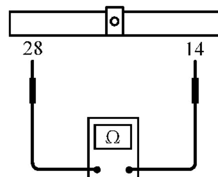


图 10-60　测试线路电阻值



461. 如何排除东风日产启辰 CAN 通信电路故障？

检测时，首先读取控制单元故障码。如果控制单元之间没有通信，应关闭点火开关，断开与总线相连的控制单元，用示波器接入 CAN－H 和 CAN－L，检查总线波形是否正常，在检查时可人为断开某一个控制单元，以确定故障点是在控制单元还是线路。东风日产启辰 CAN 通信电路如图 10-61 所示。

学习提示：如果数据总线无故障，更换容易拆卸的控制单元，如果数据总线仍不能正常工作，则应更换另一个控制单元。



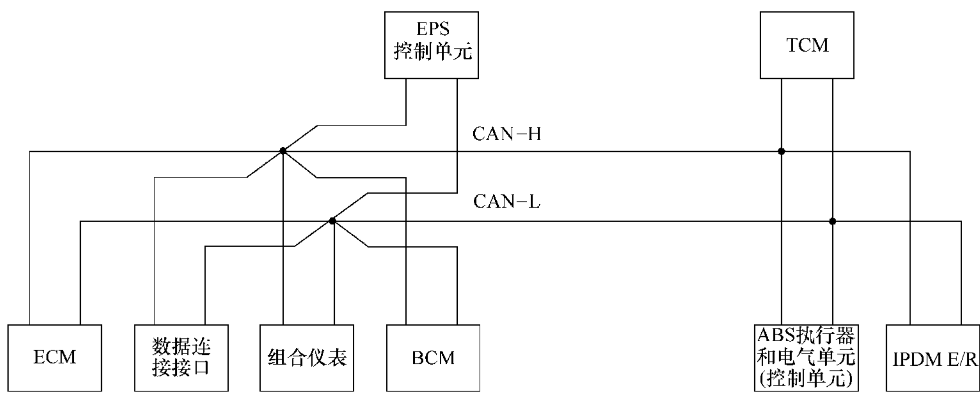


图 10-61　CAN 通信电路



462. 丰田凯美瑞轿车 CAN 总线系统如何设置?

使用智能测试仪对丰田凯美瑞轿车 CAN 总线系统进行设定，见表 10-22。

表 10-22　CAN 总线系统设置

CAN 总线系统	智能测试仪	功能	默认设置	可用设置
无线门锁	Wireless Control（无线控制）	打开/关闭无线门锁功能	ON	ON/OFF
	Hazard Answer Back（危急控制）	打开/关闭无线门锁危急反馈功能	ON	ON/OFF
	Wireless Buzzer Resp（无线蜂鸣器回应）	开启/关闭无线蜂鸣器回应的功能	ON/OFF	ON/OFF
	Open Door Warn（门未紧闭警告）	用无线门锁锁止车门时，如果车门未紧闭，蜂鸣器响 10s	ON/OFF	ON/OFF
	Auto Lock Time（自动锁止时间）	更改无线门锁开锁之后至重新锁止的时间	30s	30s/60s
	Unlock 2 Operation（两次开锁操作）	运用此功能，按发射器的开锁按钮一次开锁驾驶人侧车门，按两次开锁所有车门。设置为 OFF 时，按一次开锁所有车门	OFF	ON/OFF
	Panic Function（警示功能）	运用此功能，一直按住发射器的锁止按钮 1.5s 可运行防盗系统。如果配备了警示按钮，则要按警示按钮，而不要按锁止按钮	ON	ON/OFF

（续）

CAN 总线系统	智能测试仪	功能	默认设置	可用设置
电动车窗	Door Key P/W Up（用车门钥匙升起电动车窗）	当电源/点火钥匙位于 OFF 时，将驾驶人侧车门钥匙保持在锁止侧 1.5s，以手动升起所有电动车窗	ON	ON/OFF
	Door Key P/W Down（用车门钥匙降下电动车窗）	当电源/点火钥匙位于 OFF 时，将驾驶人侧车门钥匙保持在开锁侧 1.5s，以手动降下所有电动车窗	ON	ON/OFF
	P/W Up W/Transmit（用发射器升起电动车窗）	当电源/点火钥匙位于 OFF 时，按住发射器锁止按钮 2.5s，以手动升起所有电动车窗	ON	ON/OFF
	P/W Down W/Transmit（用发射器降下电动车窗）	当电源/点火钥匙位于 OFF 时，按住发射器开锁按钮 2.5s，以手动升起所有电动车窗	ON	ON/OFF
	Up/Smart（升起/智能）	当点火钥匙位于 OFF 时，按住智能锁止按钮 2.5s，以手动升起所有电动车窗	ON	ON/OFF
进入照明	Lighting System（照明系统）	当电源/点火钥匙位于 OFF 或门未锁/打开时，脚部照明和门内把手灯点亮	ON	ON/OFF
	Lighting Control（灯光控制）	当电源/点火钥匙位于 ON，档位位于 P 以外的任何位置时，此功能点亮脚部照明和门内把手灯，但灯光微弱	ON	ON/OFF
	Lighting Time（照明时间）	当电源/点火钥匙转到 ON 后，照明将迅速减弱	15s	7.5s/15s/30s



463. 如何判断丰田锐志网关 ECU 故障？

当 CAN 发生通信故障时，为了确定是网关 ECU 与诊断仪器之间通信故障还是网关 ECU 故障，可以通过对发动机电控单元进行诊断来判断，如图 10-62 所示。

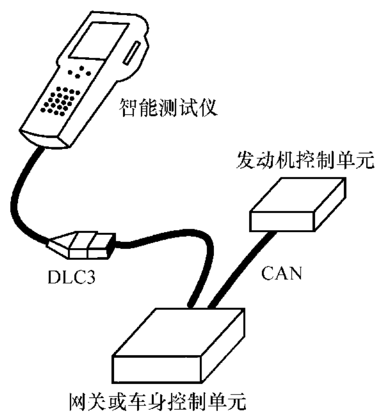


图 10-62　网关 ECU 诊断



464. 如何查找丰田锐志 CAN 短路故障？

当 CAN 通信线路发生短路时，如果线路与电源之间短路，则整个通信线路都是 12 V；如果线路与搭铁之间发生短路，则整个通信线路都是 0V。因此为了找到短路点，如图 10-63 所示，使用诊断仪的数据流功能和动态测试功能找到各故障点。



学习提示：

① 拔下 ECU A 的插头并检查系统故障码。
② 拔下 ECU B 的插头并检查系统故障码。
③ 连接 ECU A 的插头并检查系统故障码。
④ 拔下 ECU C 的插头并检查系统故障码。
⑤ 连接 ECU B 的插头并检查系统故障码。
⑥ 检查每个线束的电源与搭铁点。

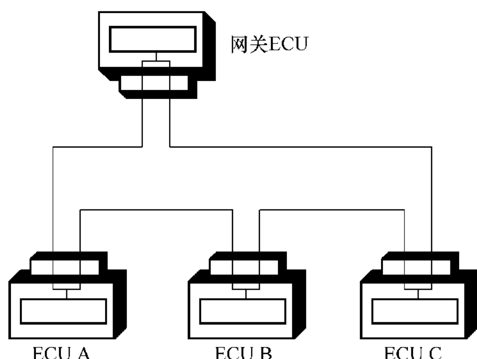


图 10-63　查找 CAN 短路故障



背景知识加油站 7　辅助电器系统

一、电动座椅

1. 作用

电动座椅主要是为驾驶人及乘员提供便于操作、舒适又安全、不易疲劳的驾乘位置。

2. 分类

(1) 按电动机的数量分　电动座椅可分为单电动机式、双电动机式、三电动机式和四电动机式等。

(2) 按有无加热器分　电动座椅可分为无加热器式与有加热器式两种。有加热器式电动座椅可以在冬季寒冷的时候对座椅的坐垫进行加热，以使驾驶人或乘客乘坐更舒适。

(3) 按有无存储功能分　电动座椅可分为无存储功能与有存储功能两种。有存储功能的电动座椅，可以将每次驾驶人或乘客调整电动座椅后的数据存储下来，作为以后重新调整座椅位置时的基准。

二、电动车窗

1. 作用

电动车窗在各个车门都装有玻璃升降开关的按钮，向上按玻璃上升，向下按玻璃下降。有的开关为“AUTO”按钮，即轻点一下就可连续上升或下降。

2. 组成

电动车窗主要由车窗玻璃、玻璃升降器、电动机、控制开关组成。

三、电动天窗

1. 作用

电动天窗的作用主要是通风换气、除雾、开阔视野及提升汽车的档次。

2. 分类

电动天窗分为固定式天窗（也叫全景式天窗）和活动式天窗。活动天窗又分为手动式玻璃天窗及电动式天窗。

 465. 电动座椅主要由哪几部分组成？

电动座椅主要由座椅开关和位置传感器、电子控制器 ECU、执行机构的驱动电动机三大部分组成。

学习提示：

① 开关和位置传感器包括座椅各位置（头枕、靠背、腰部、滑动、前垂直、后垂直）的电动开关、座椅各位置传感器及转向盘倾斜传感器等。

② ECU 包括转向柱倾斜与伸缩 ECU 和电动座椅 ECU。

③ 执行机构主要包括座椅调整、安全带扣环及转向盘倾斜调整的驱动电动机等，而且这些电动机均可灵活地进行正反转，以执行各种装置的调整功能。

 466. 电动座椅工作原理如何？

电动座椅工作原理是采用永磁式电动机驱动，并通过装在座位侧板上的控制开关来控制电路通路和电流方向，使某一电动机按所需的方向运转，以达到调整座椅的目的。

学习提示：为了防止电动机过载，大多数永磁式电动机内装有热过载保护断路器。有些电动座椅采用串励电动机来驱动，并装有两个磁场线圈，使其可作双向运转。这种电动机多使用继电器控制电流方向，当开关换向时，可听到继电器动作的“咔嗒”声。

 467. 电动座椅的位置如何调节？

以电动座椅的开关处于倾斜位置时，调整靠背向前倾斜为例，说明雷克萨斯电动座椅位置调节的过程：

如图 10-64 所示，闭合倾斜电动机的前进方向开关，即端子 4 置于左位时，电路为：蓄

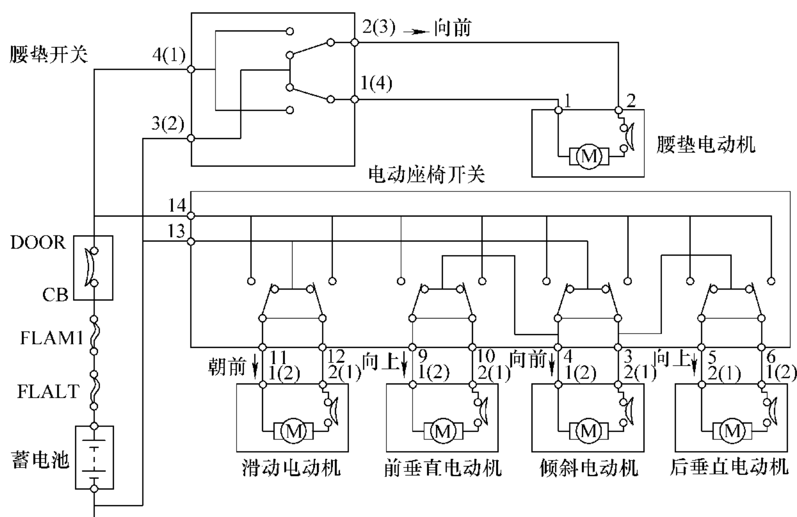


图 10-64　电动座椅的位置调节



电池正极→FLALT→FLAM1→DOOR CB→端子 14→（倾斜开关“前”）→端子 4→1（2）端子→倾斜电动机→2（1）端子→端子 3→端子 13→搭铁。此时，座椅靠背前移。

当端子 3 置于右位时，倾斜电动机反转，座椅靠背后移。此时的电路为：蓄电池正极→FLALT→FLAM1→DOOR CB→端子 14→（倾斜开关“后”）→端子 3→2（1）端子→倾斜电动机→1（2）端子→端子 4→端子 13→搭铁。此时，座椅靠背后移。



468. 带储存功能的电动座椅的结构如何？

带存储功能的电动座椅的结构如图 10-65 所示。它采用 4 个电动机来调整座椅，还有一个单独的存储器存储 4 个座椅的位置。

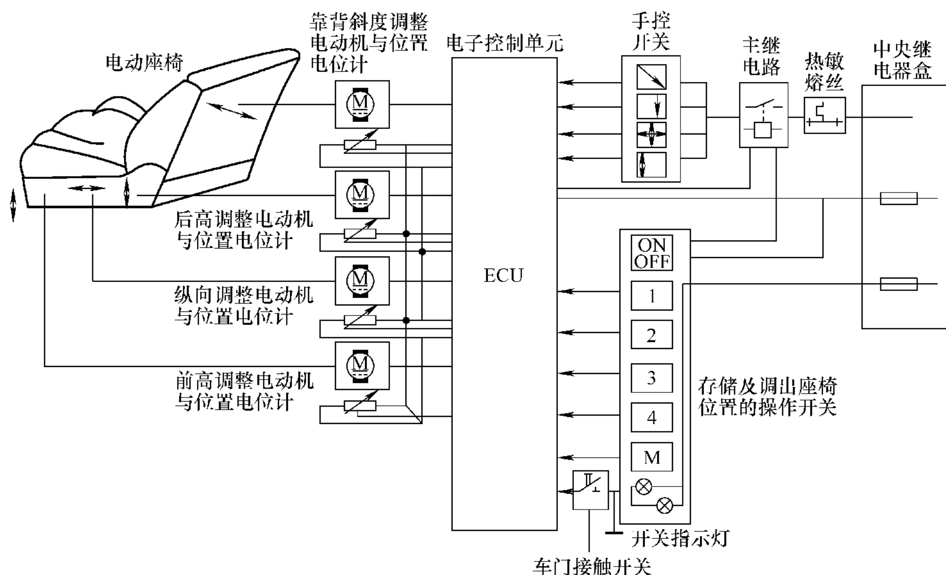


图 10-65　带储存功能的电动座椅的结构



469. 如何检测调节电动机？

1）当将电动座椅调节电动机处于某一种调节状态时，各端子与电源之间的连接情况应符合要求。

学习提示：用导线将电动机插接器的相应两个端子与蓄电池的正、负极相连接，检查电动机工作情况，当电动机通电后不转，或有异常响声，均应立即停止检测。

2）如检测到某个调节电动机不运转或运转不平稳，则拔下该电动机上的两芯插接器，直接将蓄电池正、负极用导线与该电动机连接，进行通电检测。

学习提示：当电动机运转正常，则为调节电动机两芯插座之间的导线可能有断路、搭铁或接触不良现象。

3）直接给电动机通电后仍不运转或运转不正常，说明该电动机有故障，则应更换调节电动机。

470. 如何检测调节开关？

对电动机调节开关的检测，也应将其从驾驶人座椅处拆下。用万用表检测插接器各端子之间的导通状态，即可判断调节开关的好坏。

本田电动座椅调节开关各位置端子之间的导通性如图10-66所示。如果不符合规定，则更换开关。

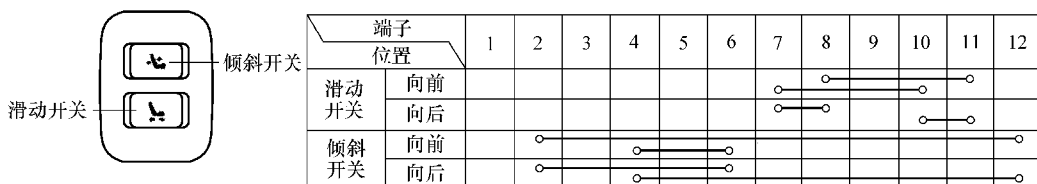


图10-66　电动座椅调节开关

471. 座椅某个方向不能调节如何处理？

1）检查座椅电动机是否卡滞或卡死，以及座椅调节连杆是否氧化或润滑不足。

2）检查座椅线路、开关以及电动机是否正常。

472. 座椅所有方向不能调节如何处理？

1）检查熔丝是否断路，若正常则应检查线路连接是否正常，最后检查开关。

2）对于带储存功能的电动座椅，还应检查电子控制单元ECU的电源电路和搭铁是否正常，若开关、线路正常，则更换ECU。

473. 电动车窗结构如何？

电动车窗主要由车窗玻璃、玻璃升降器（包括齿轮臂、导向板、从动臂、玻璃安装板等）、电动机以及车窗控制开关组成，其结构如图10-67所示。

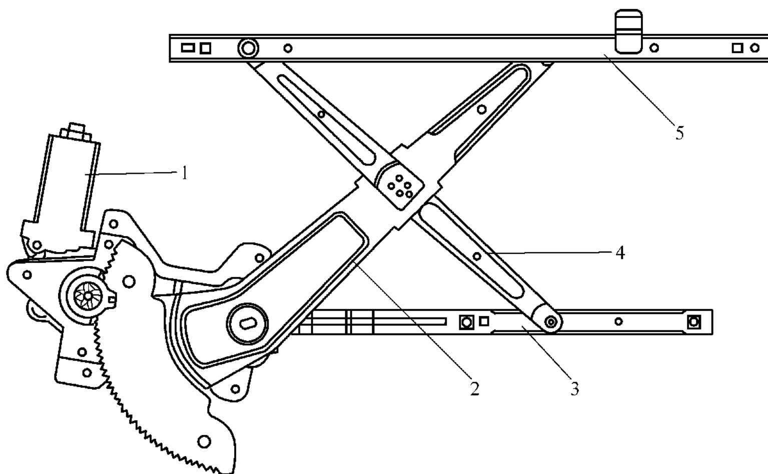


图10-67　电动车窗结构

1—电动机　2—齿轮臂　3—导向板　4—从动臂　5—玻璃安装板





474. 防夹功能电动车窗原理如何？

防夹功能电动车窗原理是通过智能功率驱动器件控制流过电动机上的电流方向来控制电动机的转动方向，实现防夹功能。

学习提示：当玻璃上升或下降过程中遇到阻力时，升降器电动机电流发生变化，智能功率驱动器件监测到电流的变化情况从而执行电动机相应的操作。



475. 电动车窗如何初始化？

1）连接蓄电池负极端子。

2）将点火开关转到 ON（IG）位置。电动车窗主开关上的指示灯将闪烁。

3）操作电动车窗主开关完全关闭车门玻璃。车门玻璃停止后，在 AUTO UP 位置按住电动车窗主开关 1s 或更长时间。

4）检查电动车窗主开关上的指示灯是否保持闪烁。如果指示灯没有保持闪烁，则说明初始化没有成功。此时应降低车门玻璃 50mm，然后在车窗完全闭关后在 AUTO UP 位置按住电动车窗主开关 1s。



476. 所有车窗不能升降如何处理？

1）首先检查电动车窗熔丝是否烧掉，若熔丝故障，应更换并排除线路短路的故障。

2）检查电动车窗的电源线路有无断路、插头松脱的现象，若有应将其故障排除。

3）检查电动车窗开关、继电器以及电动升降机是否正常。



477. 某个车窗不能升降如何处理？

1）检查相应车窗按键开关，如果开关损坏，则更换开关。

2）检查车窗升降机，如果电动机损坏，应更换新件。

3）给电动机接线端直接通电，判断电动机正反转是否正常，若有故障，应视情况进行检修或更换新件；若电动机运转正常，则检修相应的控制线路。

4）检查按键开关或线路有无接错故障，若有故障，重新连接线路。



478. 电动后视镜结构如何？

电动后视镜主要由镜面玻璃、电动机、控制开关、传动机构、外壳和线束等组成。其结构如图 10-68 所示，其中控制开关由旋转开关和摇动开关组成，安装在转向盘左侧前门的内饰板上。

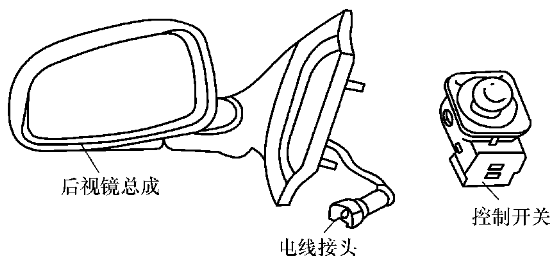


图 10-68　电动后视镜结构



479. 电喇叭的作用与结构如何？

（1）作用　电喇叭是汽车的声音信号装置。在汽车的行驶过程中，驾驶人根据需要和

规定发出必需的声音信号，警告行人和引起其他车辆注意，保证交通安全，同时还用于催行与传递信号。

（2）结构　如图10-69所示，汽车电喇叭由衔铁、线圈、触点、膜片等组成。

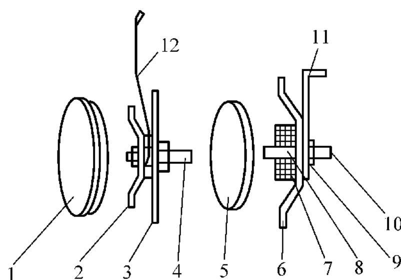


图10-69　电喇叭的结构

1—罩盖　2—共鸣板　3—绝缘膜片　4—上衔铁　5—绝缘垫圈　6—喇叭体　7—线圈　8—下衔铁　9—锁紧螺母　10—调节螺钉　11—托架　12—导线

知识链接

当驾驶人按下喇叭开关时，电流经触点通过线圈，线圈产生磁力吸下衔铁，强制膜片移动，衔铁移动使触点断开，电流中断，线圈磁力消失，膜片在自身弹性和弹簧片作用下同衔铁一起恢复原位，触点闭合电路再次接通，电流通过触点流经线圈产生磁力，重复上述动作。如此反复循环膜片不断振动，从而发出声音。共鸣板与膜片刚性联接，可使振动平顺发出声音，更加悦耳。



480. 喇叭继电器的作用是什么？

喇叭继电器的作用就是利用铁心线圈的小电流控制触点的大电流，从而保护转向盘按钮触点。

知识链接

当按下转向盘上的喇叭按钮时，喇叭继电器线圈通电，继电器铁心产生电磁吸力，将继电器触点闭合，接通了双音电喇叭，喇叭发音。松开转向盘喇叭按钮时，继电器线圈断电，铁心电磁吸力消失，触点在自身弹力作用下张开，切断了电喇叭电路，电喇叭停止发音。



481. 电喇叭控制电路如何检修？

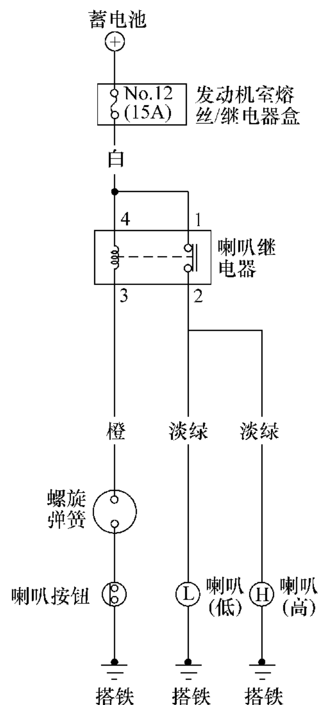


图10-70　本田电喇叭控制电路

以本田为例，电喇叭控制电路如图10-70所示，检修方法如下：

1）断开喇叭1芯插头。

2）将蓄电池正极与1芯端子连接，负极搭铁，喇叭是否响，若正常进行下一步检查；否则说明电喇叭损坏，应更换。

3）打开点火开关，使用万用表分别测量喇叭继电器1号、4号端子与搭铁之间电压，应为12V，如果没有则排除发动机室熔丝/继电器盒No.12（15A）熔丝至喇叭继电器之间线路断路或短路故障；若正常则进行下一步。



4）按下喇叭按钮，使用万用表检查喇叭 1 芯端子与搭铁之间应有 12V 电压，否则分别测量淡绿色导线到喇叭继电器、继电器或喇叭继电器 3 号端子至喇叭按钮搭铁线之间有无故障，若有异常应将其排除。



482. 电动天窗结构如何？

电动天窗主要由驱动机构、滑动机构、控制系统和开关等部分构成，如图 10-71 所示。

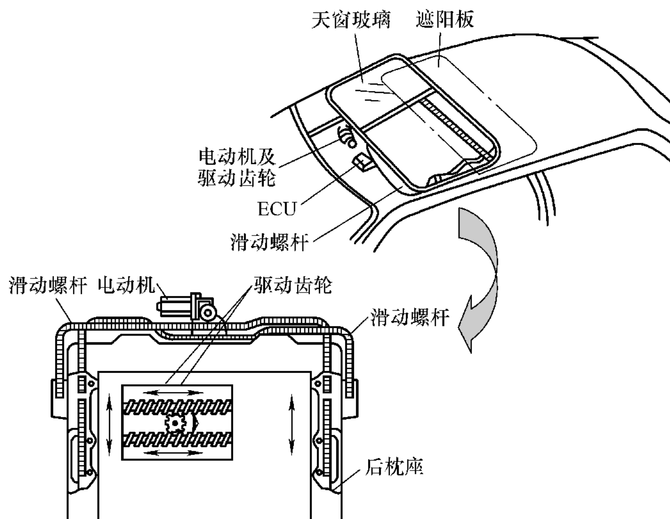


图 10-71　电动天窗结构

知识链接

1）驱动机构主要包括电动机、传动机构、滑动螺杆等，电动机用以提供动力，必须能够通过改变电流的方向而改变旋转方向，实现天窗的开或关。

2）滑动机构主要由导向销、导向块、连杆、托架和前、后枕座等构成。

3）控制系统主要包括一个 ECU，用来接收开关输入的信息，通过运算和判断，控制天窗的开或关。

4）电动天窗的开关由控制开关和限位开关组成，前者产生控制信号，后者用来检测天窗所处的位置。



483. 如何检查天窗驱动电动机？

1）拔下天窗驱动电动机插接器插头。

2）如图 10-72 所示，直接对天窗驱动电动机端子施加正向或反向蓄电池电压，看其运转状态。如果直接通电后，驱动电动机不转，或转但电动机发热严重，或驱动齿轮旋转方向与规定的方向不符，应进行修理或更换电动机。

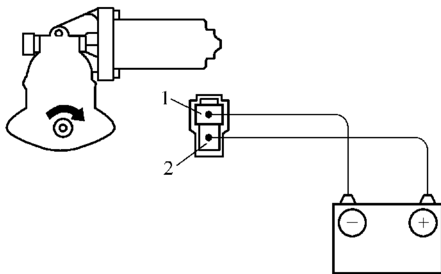


图 10-72　天窗驱动电动机的检查

484. 如何检查天窗控制开关?

1）断开点火开关，从天窗控制开关上拔下插接器插头。

2）如图10-73所示，将天窗控制开关置于OFF位置，用万用表R×1Ω档检查该开关1、2、3端子间的导通情况，应不导通。

3）将天窗控制开关置于OPEN位置，用万用表检查该开关2、3两端子间的导通情况，应导通。

4）将天窗控制开关置于CLOSE位置，用万用表检查该开关1、2两端子间的导通情况，应导通。

5）如果检查结果不符合规定，说明天窗控制开关有故障，应更换。

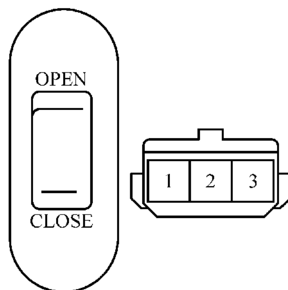


图10-73　天窗控制开关

485. 如何匹配天窗控制单元?

1）打开点火开关。

2）如果电动天窗打开，则应完全关闭。

3）按下天窗的滑动开关或倾斜开关。

4）操作天窗“上倾→等待大约1s→下倾→滑动打开→滑动关闭”。

5）设定完成。

6）检查电动天窗自动操作是否正常运行，若不正常应重新匹配。

486. 匹配天窗控制单元有哪些注意事项?

1）如果出现点火开关关闭、滑动开关或倾斜开关被拆下、车速为5km/h或更高、电动天窗电控单元电压是11V或更高或通信被切断等情况的任一种，则匹配将失败。

2）若电动天窗不能完全关闭或其位置偏高，则再次进行匹配。

3）若重新设定驱动齿轮后自动操作功能和防夹功能不起作用，则更换电动天窗驱动齿轮或者电动天窗电控单元。

第十一章　电路识读与配电系统

本章学习要点

1. 了解汽车电路组成
2. 掌握汽车电路原理图识读方法
3. 掌握汽车电气位置图识读方法
4. 掌握线束布置图识读方法
5. 熟悉典型汽车电路图的特点
6. 了解汽车配电系统的组成
7. 掌握配电系统部件组成、结构特点
8. 掌握汽车电气系统故障判断方法



背景知识加油站 1　电路识读

一、电路概述

1. 作用

电路的主要作用是实现电能的传输与分配以及信号的传递与处理。

2. 分类

电路分为内电路和外电路两种。电流在电源内部传输的为内电路，电流在电源外部传输的为外电路。

二、汽车电路特点

（1）低压　汽油车多采用 12V，柴油车多采用 24V。

（2）直流　主要从蓄电池和整流发电机供电。

（3）单线制　单线制即从电源到用电设备使用一根导线连接，而另一根导线则用汽车车体或发动机机体的金属部分代替。单线制可节省导线，使线路简化、清晰，便于安装与检修。

（4）负极搭铁　将蓄电池的负极与车体相连接，称为负极搭铁（接地）。



487. 汽车电路有哪几种？

汽车电路的类型见表 11-1。

表11-1　汽车电路的类型

电路系统	具体内容
（1）电源电路	电源电路也称充电电路，是由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置等组成的电路
（2）起动电路	起动电路是由起动机、起动继电器、起动开关及起动保护电路组成的电路
（3）点火电路	点火电路是汽油发动机汽车特有的电路。它由点火线圈、电子点火控制器、火花塞及点火开关组成
（4）照明与灯光信号装置电路	照明与灯光信号装置电路是由前照灯、雾灯、示廓灯、转向灯、制动灯、倒车灯、车内照明灯及有关控制继电器和开关组成的电路
（5）仪表信息系统电路	仪表信息系统电路是由仪表及其传感器、各种报警指示灯及控制器组成的电路
（6）辅助电器装置电路	辅助电器装置电路是由为提高车辆安全性、舒适性等而设置的各种电器装置组成的电路 **学习提示：**辅助电器装置的种类随车型不同而有所差异，汽车档次越高，辅助电器装置越完善。一般包括风窗刮水及清洗装置、风窗除霜（防雾）装置、空调装置、音响装置等。较高级车型上还装有车窗电动举升装置、电控门锁、电动座椅调节装置和电动遥控后视镜等。
（7）电子控制系统电路	电子控制系统电路主要由发动机控制系统、自动变速器及巡航控制系统、防抱死制动系统、安全气囊控制系统等电路组成



488. 怎样利用电路图分析故障？

（1）分割各个单元系统　要分析汽车电路图，首先必须掌握组成电路的各个电器元件的基本功能和电器特性。在大概掌握全图的基本原理的基础上，再把一个个单元系统电路分割开来。

学习提示：

在框划各个系统时，一定要遵守回路原则，注意既不能漏掉各个系统中的组件，也不能多框划其他系统的组件，一般规律是：各电器系统只有电源和总开关是公共的，其他任何一个系统都应是一个完整的独立的电器回路，即包括电源、开关（保险）、电器（或电子线路）、导线等。从电源的正极经导线、开关、熔丝至电器后搭铁，最后回到电源负极。

（2）分析各局部电路之间的内在联系和相互关系　从整车电路来讲，各局部电路除电源电路公用外，其他单元电路都是相对独立的，但它们之间也存在着内在联系（如信号共享）。



学习提示：分析电路时，不但要熟悉各局部电路的组成、特点、工作过程和电流流经的路径，还要了解各局部电路之间的联系和相互影响。这是迅速找出故障部位、排除故障的必要条件。

（3）掌握各种开关在电路中的功能　对多层多档接线柱的开关，要按层、按档位、按接线柱逐级分析其各层各档的功能。

学习提示：当开关接线柱较多时，首先抓住从电源来的一两个接线柱，再逐个分析与其他各接线柱相连的用电设备处于何种档位，从而找出控制关系。

（4）全面分析开关、继电器的初始状态和工作状态　在识图时，必须根据工作状态进行分析，因为大多数用电设备都是通过开关、按钮、继电器触点的变化而改变电路工作状态，进而实现不同的电路功能。



489. 怎样读懂电路图？

（1）认真读懂图注　图注说明了该汽车所有电气设备的名称及其数码代号，如图 11-1 所示。

学习提示：通过读图注可以初步了解该汽车都装配了哪些电气设备。然后通过电气设备的数码代号在电路图中找出该电气设备，再进一步找出相互连线、控制关系。

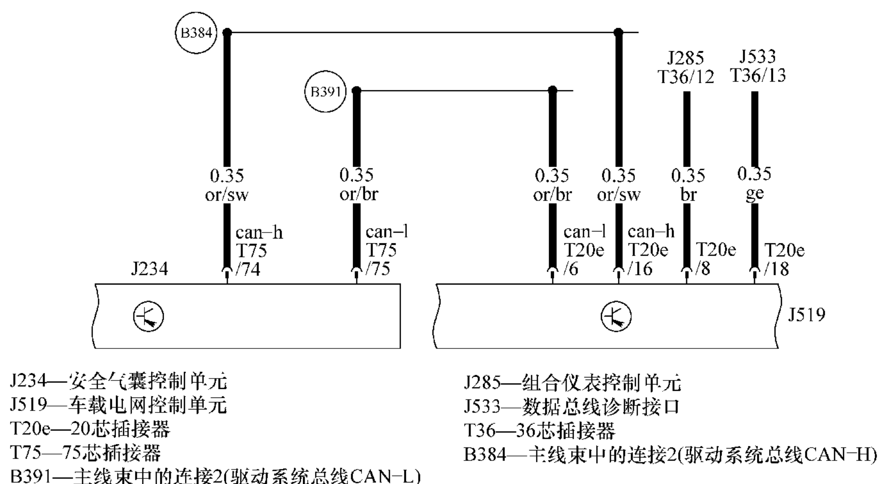


图 11-1　迈腾安全气囊图注

（2）牢记电气图形符号　汽车电路图是利用电气图形符号来表示其构成和工作原理的。因此，必须牢记电路图形符号的含义，才能看懂电路原理图。

（3）熟记电路标记符号　为了便于绘制和识读汽车电路图，有些电器装置或其接线柱等上面都赋予不同的标志代号。

（4）牢记汽车电路特点　汽车电路特点主要是单线制、负极搭铁、用电设备并联。

（5）牢记回路原则　任何一个完整的电路都是由电源、熔断器、开关、控制装置、用电设备、导线等组成。电流流向必须从电源正极出发，经过熔断器、开关、控制装置、导线等到达用电设备，再经过导线（或搭铁）回到电源负极，才能构成回路。

学习提示：

① 沿着电路电流的流向，由电源正极出发，顺藤摸瓜查到用电设备，开关、控制装置等，回到电源负极。

② 逆着电路电流的方向，由电源负极（搭铁）开始，经过用电设备、开关、控制装置等回到电源正极。

③ 从用电设备开始，依次查找其控制开关、连线、控制单元，到达电源正极和搭铁（或电源负极）。

490. 如何读懂汽车电路原理图?

汽车电路原理图主要是将设备元件的工作原理通过电器图形符号并按工作顺序或功能排列，详细表示汽车电路的全部、部分组成和连接关系，如图11-2所示。利用电路原理图，便于分析和查找电路故障。

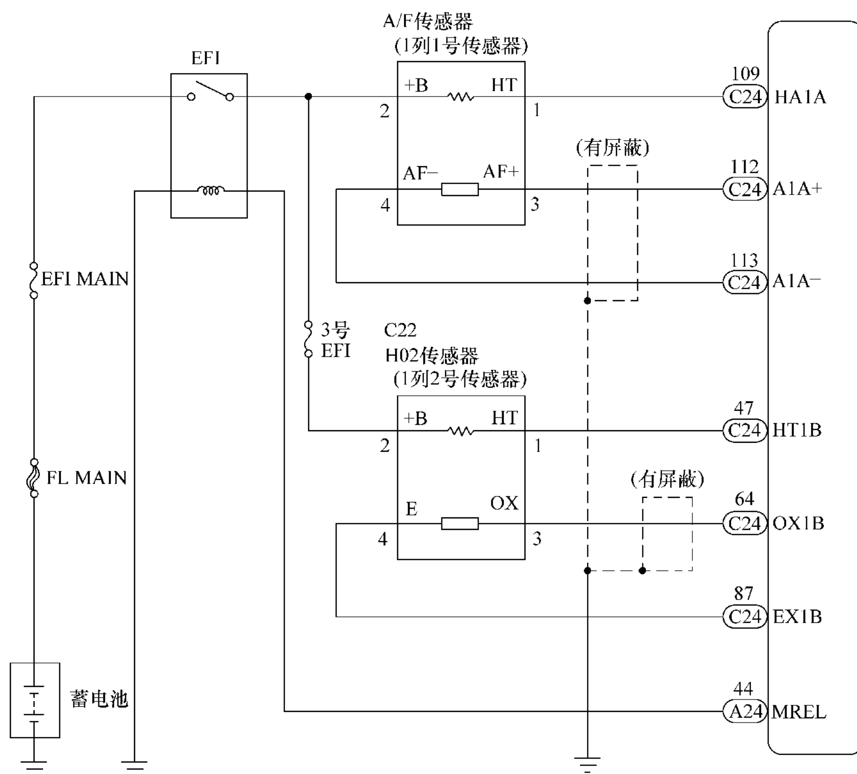


图11-2　1AZ－FE发动机A/F传感器电路原理图



知识链接

读懂电路原理必须做到如下几点：

① 掌握常用的电子元器件的基本知识，如电阻器、电容器、电感器、二极管、晶体管、可控硅、场效应管、变压器、开关、继电器、接插件等，并充分了解它们的种类、性能、特征、特性以及在电路中的符号、在电路中的作用和功能等。

② 掌握常用元器件组成的单元电子电路知识，如整流电路、滤波电路、放大电路、振荡电路、电源电路等。

③ 了解、熟悉、理解电路图中的有关基本概念。如各点电位如何变化、如何互相关联，如何形成回路、通路，哪些构成直流回路、哪些形成信号通道、哪些属于控制回路等。

④ 在电路图中寻找自己熟悉的元器件和单元电路为突破口，看它们在电路中起什么作用，然后与它们周围的电路联系，分析这些外部电路怎样与这些元器件和单元电路互相配合工作，逐步扩展，直至对全图能理解为止。



491. 怎样读懂汽车电气位置图？

汽车电气位置图主要是指明汽车上的传感器、电控单元、开关、继电器、连接器、熔丝/继电器盒等的具体位置，如图 11-3 所示。可以有利于迅速准确地找到各电器元件在车上的安装位置。

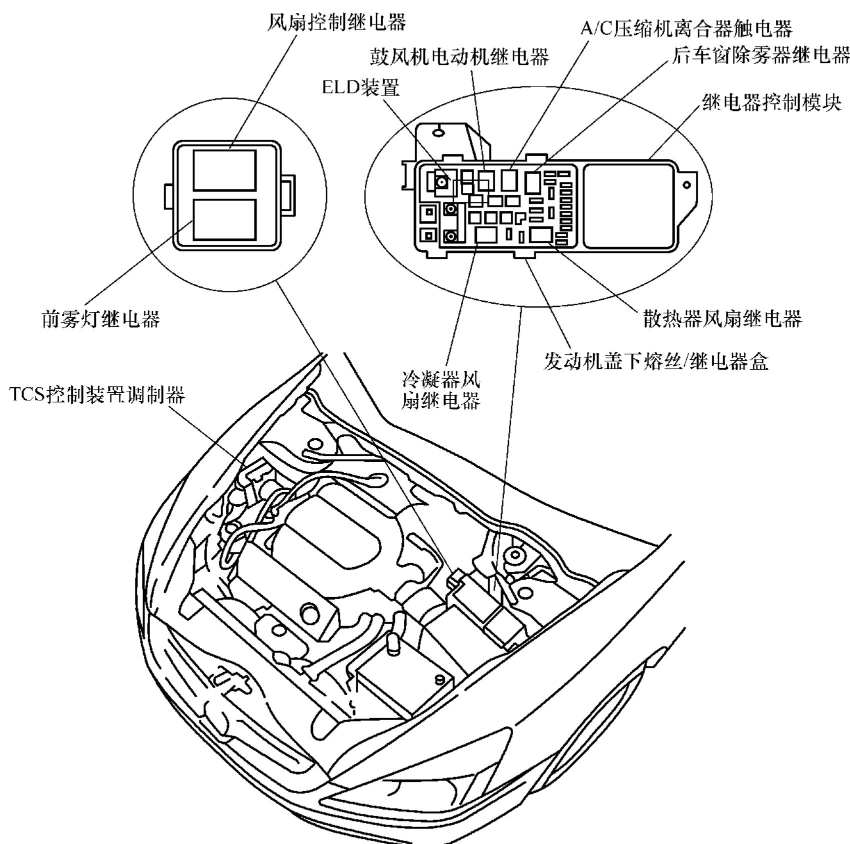


图 11-3　雅阁轿车电气位置图

492. 如何读懂线束布置图？

线束布置图就是根据电气设备在汽车上的实际安装部位绘制的全车电路图，主要是以线束的形式出现的。其中插接器、搭铁点与电气设备或车体连接，如图11-4所示。

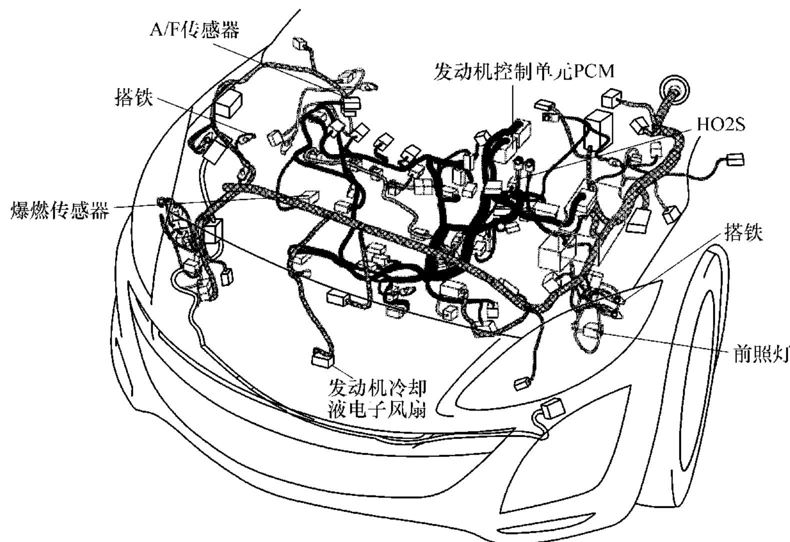


图11-4　发动机室线束布置图

> **知识链接**
>
> 读懂线束布置图必须做到如下几点：
>
> （1）分清线束类型　汽车线束图由多个线束组成，有主线束和分线束两种。在图上分清各线束的构成以及每个线束的分支，每个分支上有多少根线，导线的颜色及条纹是什么等。
>
> （2）识别接线代号和接线标志　汽车上的电器数量多而复杂，为使连线正确，必须识别出各个连接点接线代号和接线标志，以便于连接。
>
> （3）分清插接器　线束与线束、分支与线束或分支与电器之间都是通过插接器进行连接的，分清每个插接器上有几条导线，每条导线位于插接器接线孔的位置，插接器的形状等。

493. 怎样读懂起动机控制线图？

以本田思迪轿车为例，如图11-5所示，起动机线路主要分为电源电路和控制线路。

1）电源电路从蓄电池→黑色导线→起动机“B”。

2）控制线路从蓄电池→发动机室熔丝/继电器盒No.1（100A）→仪表板熔丝/继电器盒No.60（60A）→点火开关3号端子→点火开关1号端子→仪表板熔丝/继电器盒No.44（7.5A）→起动机继电器→B33端子→变速杆（P/N位）1号端子→变速杆（P/N位）5号端子→G101搭铁。



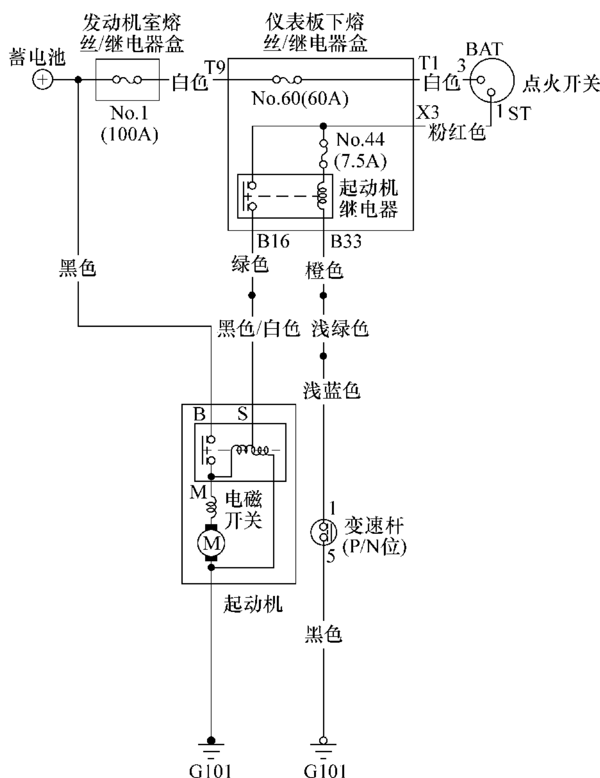


图 11-5　起动机控制线路

当点火开关处于“ST”位置时，并且变速杆为 P/N 位时，控制电路控制起动机继电器闭合，线路从“No. 1（100A）→仪表板熔丝/继电器盒 No. 60（60A）→点火开关 3 号端子→点火开关 1 号端子→仪表板熔丝/继电器盒 X3 端子→起动机继电器→B16→“S”端子→G101 搭铁，然后控制电磁开关工作，起动机起动。



494. 怎样读懂充电系统控制线图？

以帕萨特轿车为例，如图 11-6 所示，充电系统主要分为励磁控制电路和充电电源电路。

学习提示：

① 励磁控制电路从点火开关 D→T10/b1→T1→“D +”端子提供硅整流发电机励磁电流。

② 充电电源电路从硅整流发电机 C“B +”→起动机 B“30”→ 蓄电池 A。

当发电机运转时，硅整流发电机发电，然后经电压调节器 C1 调整后从硅整流发电机“B +”输出 13. 5 ~ 14. 5V 电压。



495. 大众汽车电路图有哪些特点？

（1）接点标记具有固定的含义　在电路图中经常遇到接点标记的数字及字母，它们都具有固定的含义。如图 11-7 所示，大众系列轿车电气线路的电源正极分成“30”、“15”、“X”、“50”、“P”四路电源线，标有“31”字样的导线为搭铁线。

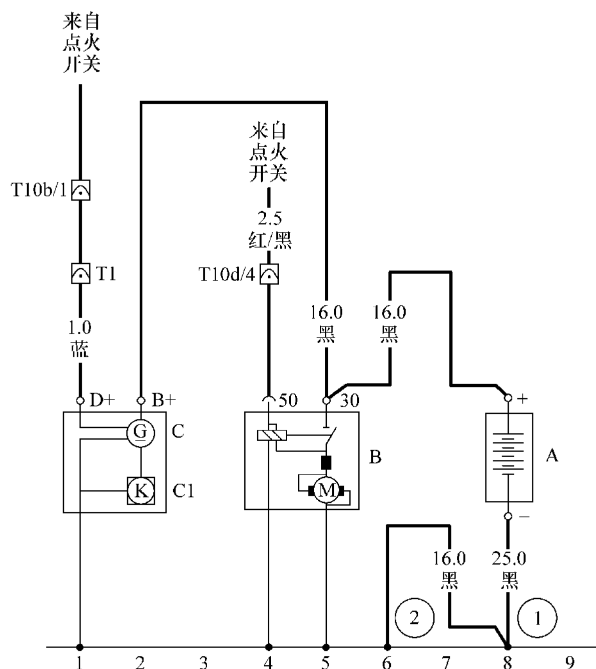


图 11-6 帕萨特轿车充电系统控制线图

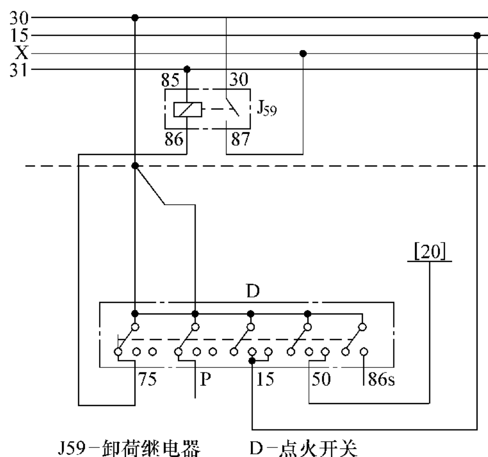


图 11-7 大众汽车电源电路

学习提示：

① 标有“30”代表的是来自蓄电池正极的供电线。直接与蓄电池连接，中间不经过任何开关，无论汽车处于行驶状态还是停止状态，其电压都等于电源电压（12 ~ 14V）。

② 标有“15”代表来自点火开关的点火供电线。它受点火开关控制，只有在点火开关接通后，用电设备才能通电使用。

③ 标有“X”代表电源线为大容量用电设备的电源正极。只有在汽车发动机运转时，由其供电的用电设备方能接通使用。

④ 标有“31”代表搭铁线。

⑤ 标有“50”代表点火开关在起动档时的起动供电线，无论这些标记出现在电路的什么地方，相同的标记都代表相同的接点。

（2）所有电路纵向排列，不交叉　电路图采用了断线代号法，通过数字上下两半段电路来连接，便于读图。

（3）以中央配电器盒为中心　继电器插接器连接端子的端子号及接线端子标记，如“1/49”中“1”表示该继电器位于中央配电器盒上的 1 号继电器插孔，“49”表示连接该插孔的接线端子为 49。

 496. 通用汽车电路图有哪些特点？

通用汽车电路图特点如图 11-8 所示。具体如下：



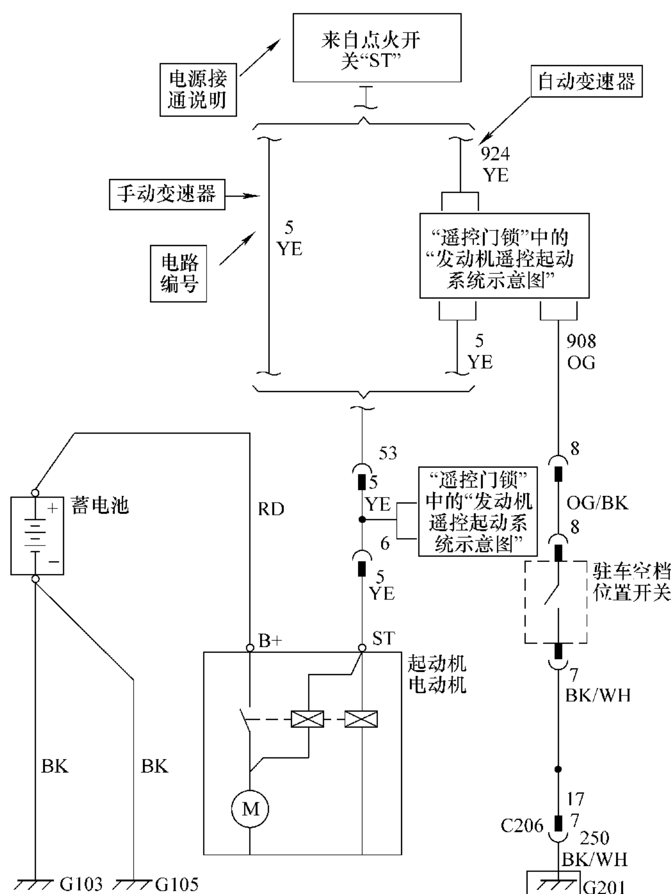


图 11-8 通用凯越汽车起动机电路

（1）电路中标有电源接通说明 通用汽车电路图中的电源通常是从该电路的熔断器起，并在黑框中直接用文字说明是在什么样的情况下该电路接通电源。

（2）电路中标有电路编号 通用汽车电路中，各导线除了标明颜色和截面积外，通常还标有该电路的编码，通过电路编码可以知道该电路在汽车上的位置，便于读图。

（3）电路中标有特殊提示符号 通用汽车电路中，通常标有特殊的提示符号，起到提醒维修人员注意的作用。



497. 丰田汽车电路图有哪些特点？

1）丰田汽车整车电路原理图根据电路功能不同分为各个单元电路，在电路图相应的上方标出该单元电路名称。

2）电路中一般直接标出器件的名称，导线颜色则用相应字母表示。部分器件还画出内部电路，使读图更为方便。

3）电路图中标明插接器端子号码，便于维修人员检测。



498. 雪铁龙汽车电路图有哪些特点？

1）汽车电路图中每一部分由零件位置图和电路原理图组成，系统地展示了电气系统的

构造，以方便对图查寻线路电气故障。

2）汽车电路图中插接器及插头护套采用不同的颜色标示，以方便查寻线路位置。

3）汽车电路原理图中，线路搭铁点用搭铁代码表示，而在汽车线束图中则直观地画出搭铁点的大致位置，并标示相应的搭铁代码。



背景知识加油站2　配电系统

一、配电系统的作用

配电系统的作用是把汽车电源（如蓄电池）的电能分配到汽车各个控制系统及每个用电器上。汽车上的熔丝、继电器盒就是汽车电源的分配装置，一般位于发动机舱内和驾驶室前部。

二、配电系统的特点

1）配电系统的电路一般从蓄电池开始到各熔丝、主要继电器直至进入各用电器系统为止。

2）用电器的电源端有直接或间接与电源连接两种形式。直接与电源连接的用电器，一般由导线经过熔丝与电源连接；间接连接的则通过各种开关（如点火开关、灯光开关等）及继电器与电源连接。



499. 汽车配电系统由哪些部件组成？

如图11-9所示，汽车配电系统主要由电源系统、熔丝/继电器盒（包括断电器、发动机室熔丝/继电器盒或仪表板熔丝/继电器盒）、开关（点火开关、用电设备开关）、插接器、导线以及用电设备等部件组成。



500. 汽车电气线路有哪些技术要求？

1）各导线及各电器的固定应切实可靠，搭铁处接触良好，插接器插紧牢固，导线插头连接良好。

2）导线上无油迹或灰尘，各接触处无锈蚀、油污和烧蚀现象。

3）绝缘和屏蔽状况良好，导线绝缘层及绝缘材料无损伤或老化现象，导线裸露处用胶布包好，导线屏蔽线无断裂和擦伤现象。

4）各连接导线代号符合规定，导线无错乱和线头脱落情况。

5）熔断器（断电器）齐全有效，接触良好，符合电路保护要求。

6）电路开关按钮工作正常，无卡滞、失灵现象。



501. 汽车导线的类别主要有哪些？

学习提示：汽车导线可分为低压导线和高压导线两种，见表11-2。低压导线中又有普通导线、屏蔽线、起动电缆和搭铁电缆之分；高压导线有铜芯线和阻尼线两种。



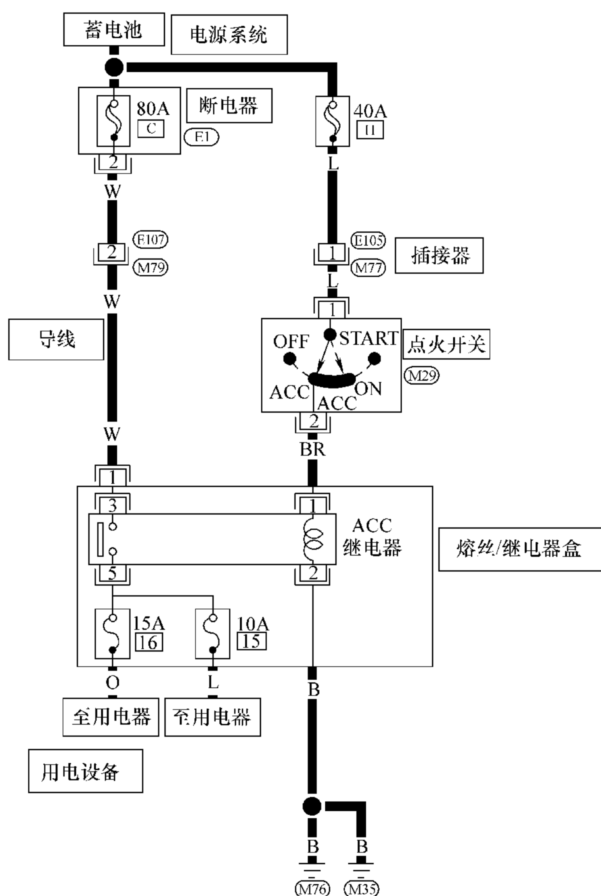


图 11-9　日产启辰配电系统示意图

表 11-2　汽车导线分类

分类		具体内容
（1）低压导线	① 普通低压导线	导线上的标注是表示导线截面积和颜色的符号，常用的表示方法如下： 如 1.5RW，其中数字 1.5 表示导线的截面积为 1.5mm²，第一个字母 R 表示导线的主色为红色，第二个字母 W 表示导线的辅助色为白色
	② 屏蔽线	屏蔽导线主要用于各种传感器和电子控制装置的信号线等。在其线芯外除了有一层绝缘材料外，还覆有一层屏蔽用的导体，最外层为保护用外皮（防干扰）
	③ 起动电缆	起动电缆用来连接蓄电池与起动机开关的主接线柱，截面有 $25mm^2$、$35mm^2$、$50mm^2$、$70mm^2$ 等多种规格，允许电流达 500～1000A
	④ 搭铁电缆	搭铁电缆常用于电池与车架、车架与车身、发动机与车架等总成之间的连接
（2）高压导线		高压导线用来传送点火系统的高压电。汽车高压导线的线芯截面积小，约为 $1.5mm^2$，绝缘层厚，耐压数值高，一般应在 15kV 以上



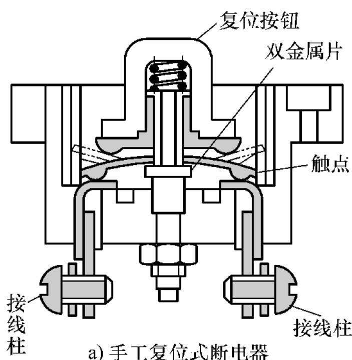
502. 使用熔丝有哪些注意事项？

1）需按照熔丝盒盖上注明的额定电流值更换熔丝，不要改用比额定电流高的熔丝。

2）如果更换新的熔丝后又立刻熔断，则说明电路系统可能存在短路现象，应排除故障后再更换。

3）在没有备用熔丝且情况紧急时，可以更换对驾驶及安全没有影响的其他设备上的熔丝代替。

4）如果不能找到具有相同电流负荷的熔丝，则可采用比原熔丝额定电流低的代替。



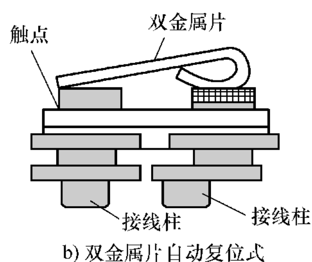


图 11-10　断电器类型



503. 断电器有什么功用？

断电器的主要功用是防止电路过载，它利用双金属片受热变形的原理制成，可重复使用。按其功用形式分为两种，如图 11-10 所示。



504. 常用继电器的功用与类型有哪些？

（1）继电器的功用　如图 11-11 所示，继电器一般由铁心、线圈、衔铁、触点等组成，其功用是通过线圈的电流控制经过触点的用电器的工作电流。

学习提示：继电器只要在线圈两端加上一定的电压，线圈中就会流过一定的电流，从而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回板簧的拉力吸向铁心，从而带动衔铁的动触点与静触点（常开触点）吸合。当线圈断电后，电磁的吸力也随之消失，衔铁就会在板簧的反作用力下返回原来的位置，使动触点与原来的静触点（常闭触点）释放。这样吸合、释放，从而达到了在电路中的导通、切断的目的。

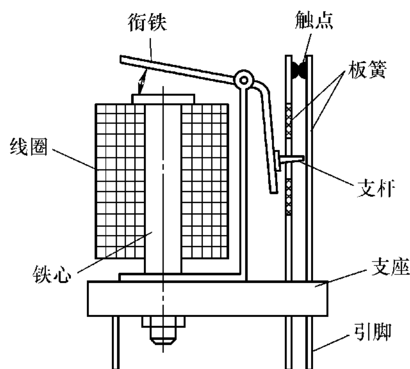


图 11-11　继电器结构

（2）继电器的类型　继电器主要分为常开型、常闭型和混合型三种继电器，见表 11-3 。



表 11-3　继电器的类型

类型／状态	常开型继电器	常闭型继电器	混合型继电器
开关“OFF”	电流不能通过；开关；蓄电池	电流可通过；开关；蓄电池	电流可通过；电流不能通过；开关；蓄电池
开关“ON”	电流可通过；开关；蓄电池	电流不能通过；开关；蓄电池	电流不能通过；电流可通过；开关；蓄电池



505. 熔丝/继电器盒是如何构成的？

现代汽车往往将各种控制继电器与熔丝安装在一起，成为一个中央配电盒。它的正面装有继电器和熔丝插座，背面是插座，用来与线束的插头相连，如图 11-12 所示。下面以北京现代轿车为例，说明熔丝/继电器位置。

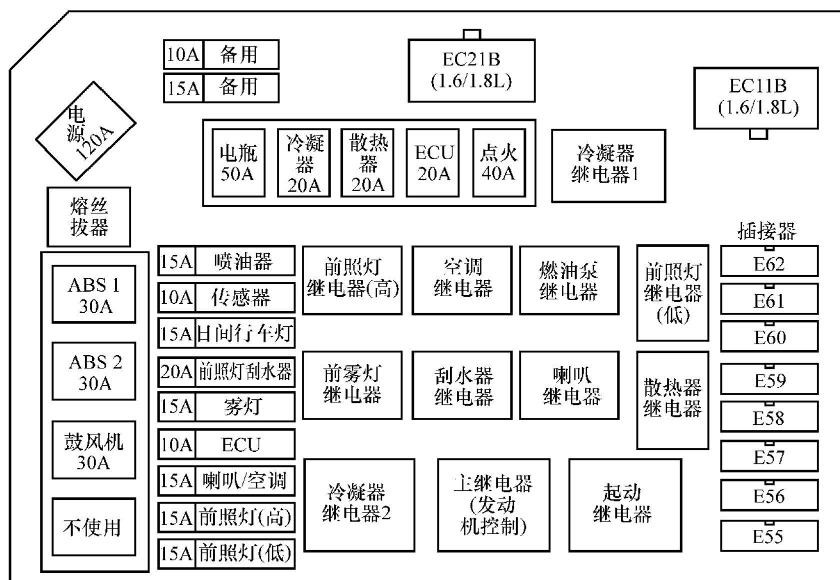


图 11-12　熔丝/继电器盒结构



506. 如何排除配电系统搭铁引起的疑难故障？

配电系统搭铁疑难故障的排除见表11-4。

表11-4　配电系统搭铁疑难故障的排除

故障类型	具体操作
（1）断路故障	一般有导线断开、连线端子锈蚀、搭铁导线没有与车身搭铁等几种情况。通常情况下通过目视检查发现故障，也可以进行电阻的测量查找
（2）搭铁端短路	当用电器不能断开时，首先断开用电器的搭铁线路，然后对照电路图沿着线路查找每一个连接点，直到找出故障为止 **学习提示**：对于控制搭铁方式的开关，可用试灯检查判断是否断路。当开关在断开位置时电路仍然是导通的，说明开关短路，应予以更换。



507. 点火开关的结构与功用如何？

点火开关用于控制发动机起动以及其他系统电源的供电。如图11-13所示，有LOCK、ACC、ON、START共四个档位，具体功能如下：



图11-13　点火开关示意图

1）锁车后钥匙处于“LOCK”位置，此时不仅锁住转向盘，同时切断全车电源。

2）钥匙处于“ACC”位置，此时接通汽车部分电气设备的电源，如音响、空调等。

3）钥匙处于“ON”位置，此时全车所有电路都处于工作状态。

4）钥匙处于“START”位置，此时发动机起动，起动后会自动恢复到“ON”位置。



508. 汽车电气系统的故障种类有哪些？

汽车电气系统的故障种类见表11-5。

表11-5　汽车电气系统的分类

分类	具体内容
（1）电器设备故障	电器设备故障是指电器设备自身丧失其原有机能，包括电器设备的机械损坏、烧毁、电子元件的击穿、老化、性能减退等 **学习提示**：在实际使用和维修中，常常因线路故障而造成电器设备故障。电器设备故障一般是可修复的，但对于一些不可拆的电子设备出现故障后只能更换。
（2）线路故障	线路故障包括断路、短路、接线松脱、接触不良或绝缘不良等。这一类故障有时容易出现一些假象，给故障诊断带来困难 **学习提示**：当某搭铁线与车身出现接触不良，就有可能造成电器设备开关无法控制，电器设备工作出现混乱。这是因为有的搭铁线为几个电器设备共用，一旦该搭铁线出现接触不良，它就把多个电器设备的工作电路联系到一起，造成一个或多个电器设备工作异常。





509. 如何运用直观诊断法判断汽车电气系统故障？

当汽车电气发生故障时，有时会出现冒烟、火花、异响、焦臭、发热等异常现象。这些现象可通过人的眼、耳、鼻、身感觉到，从而可以直接判断出故障所在部位。

学习提示：

① 汽车用电设备工作过程中，当闻到有烧焦的味道，说明用电器或导线有被烧坏的异常情况。

② 汽车行驶中出现转向灯与转向指示灯均不亮故障，如果用手触摸闪光继电器，当感觉发热烫手时，说明闪光继电器已被烧坏。



510. 如何运用断路法判断汽车电气系统故障？

汽车电路发生搭铁（短路）故障时，可用断路法判断，即将怀疑有搭铁故障的电路段断路后，根据电器设备中搭铁故障是否还存在，判断电路搭铁的部位和原因。

学习提示：汽车行驶时，听到电喇叭长鸣，则可以将继电器按钮接线柱上的导线拆开，此时如果喇叭停鸣，则说明喇叭按钮至继电器这段电路中有搭铁故障。



511. 如何运用短路法判断汽车电气系统故障？

汽车电路中出现断路故障时，可以用短路法判断，即用螺钉旋具或导线将被怀疑有断路故障的电路短接，观察仪表指针变化或电器设备工作状况，从而判断出该电路中是否存在断路故障。

学习提示：例如怀疑汽车电路中的各种开关有故障，可用导线将开关短接来判断开关是好是坏。



512. 如何运用试灯法判断汽车电气系统故障？

试灯法判断就是用试灯法的一端接用电设备电源线，另一端与车身搭铁，如果试灯亮为通路；如果试灯不亮为断路。

学习提示：如图 11-14 所示，用试灯的一端分别接触断电器两个端子，另一端搭铁。如果试灯接触断电器一端亮，另一端不亮，说明断电器有断路现象；如果接触断电器的两个端子均亮，说明断电器良好。



513. 如何运用换件法判断汽车电气系统故障？

换件法就是使用一个无故障的元件替换怀疑可能出现故障的元件，观察出现故障的系统的工作情况，从而判断故障的方法，换件法在实际故障诊断中经常采用。

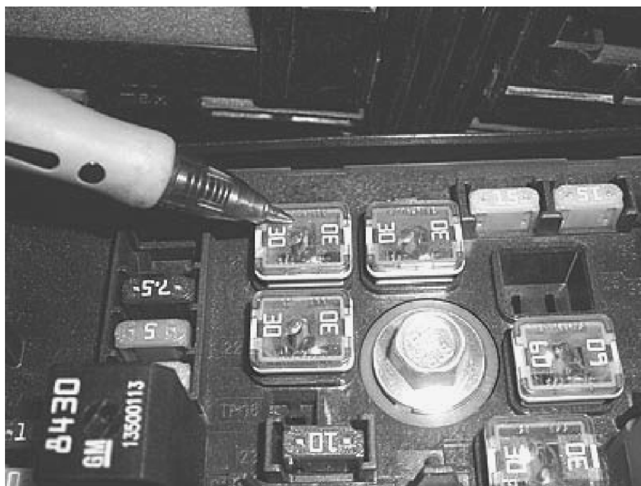


图 11-14　试灯法判断电路故障

学习提示：采用换件法必须注意的是，在换件前要对其线路进行必要的检查，确保线路正常方可使用，否则会造成更大的损失。

514. 如何运用电阻法判断汽车电气系统故障？

电阻法通常是指利用万用表的电阻档测量线路、触点等是否通断的一种方法，有时也用万用表测量线圈的阻值是否符合标准值，也用于测量线路与搭铁之间的绝缘电阻等。

学习提示：测量时，要注意选择量程（一般测量通路时，选择较低档位），同时还要注意有没有其他回路，以免引起误判断，禁止带电测量。

知识链接

测量前首先选好量程，然后必须调零，即将“+”表笔（红表笔）、“-”表笔（黑表笔）短接，旋动调零旋钮，直到指针指示“0”为止。然后用万用表的“+”表笔和“-”表笔与被测电阻两端子连接，读取电阻刻度值。

515. 如何运用电压法判断汽车电气系统故障？

电压法是指利用万用表相应的电压档，测量电路中电压值的方法。通常测量时，将两表笔接至负载两端测量电压，以判定线路或用电设备是否正常。

学习提示：测量时要注意万用表的档位，选择合适的量程，测量直流电时，注意正负极性要正确，以免损坏电压表。



知识链接

将万用表的转换开关置于交、直流电压档，另一个转换开关置于直流电压的合适量程上，且“+”表笔（红表笔）接到高电位处，“-”表笔（黑表笔）接到低电位处，即让电流从“+”表笔流入，从“-”表笔流出。



516. 如何运用电流法判断汽车电气系统故障？

电流法即通过测量线路中的电流是否符合正常值，以判定故障的原因。汽车电气常采用将电流表或万用表电流档串接在电路中进行测量。

知识链接

1. 万用表

将万用表的转换开关置于直流电流档，另一个转换开关置于0.05～500mA的合适量程上，测量时必须先断开电路，然后按电流从“+”到“-”的方向将万用表串联到被测电路中，即让电流从“+”表笔流入，从“-”表笔流出。

2. 熔丝电流测试仪

熔丝电流测试仪能够测量电路中的放电情况，测量范围为10mA ～20A之间。测量时，将车上的熔丝取下并装到熔丝电流测试仪上，如图11-15所示。



图11-15　熔丝电流测试仪



517. 如何运用通电法判断汽车电气系统故障？

通电法在断电检查时仍未找到故障时，可对电气设备进行通电检查。检查顺序为：先检查控制电路，后检查主电路；先检查开关电路，后检查用电器电路。

学习提示：检测时断开所有开关，取下所有断电器，然后按顺序逐一插入欲要检查部位的断电器，打开开关，观察各电气元件是否按要求动作，是否出现冒火、冒烟、断电器熔断等现象，直到找到发生故障的部位。



518. 如何运用比较/分析法判断汽车电气系统故障？

比较/分析法是根据系统的工作原理、控制环节的动作程序以及它们之间的逻辑关系，结合故障状态，进行比较、分析和判断，减少测量、检查等环节，迅速判断故障范围。

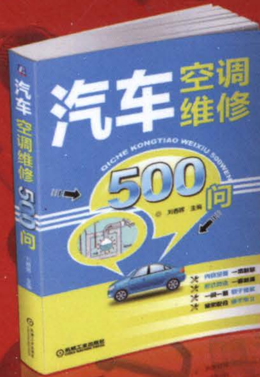
学习提示：当汽车线路共用一条电源线路的用电器正常工作，就说明电源线路正常；当共用的两处控制线路中，有一处控制正常，则说明电源、用电器及共用线路一定正常，适用于部分线路故障范围或故障点的直接判定。

参 考 文 献

1. 刘越琪．发动机电控技术［M］．北京：机械工业出版社，2002.
2. 方心明，等．新编汽车故障诊断与检修问答［M］．北京：金盾出版社，2004.
3. 皮治国．丰田凯美瑞轿车维修一本通［M］．南京：江苏科学技术出版社，2010.
4. 张春华，佟荣长．广州本田飞度轿车维修手册［M］．北京：机械工业出版社，2005.
5. 麻友良．汽车电路分析与故障检修［M］．北京：机械工业出版社，2006.
6. 胡光辉．汽车电气设备构造与检修［M］．北京：机械工业出版社，2010.
7. 陈焕江．汽车检测与诊断［M］．北京：机械工业出版社，2001.
8. 李东江，等．汽车电控系统故障检修［M］．北京：机械工业出版社，2001.
9. 董国宏．汽车电路识读检修速查手册［M］．北京：电子工业出版社，2006.
10. 朱建风．汽车自动空调系统检测与维修［M］．北京：人民交通出版社，2003.

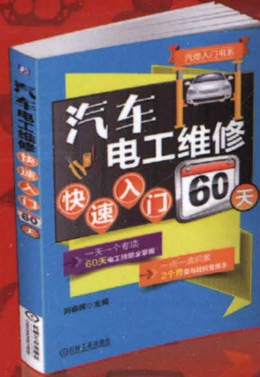












CAR ELECTRICAL SYSTEM MAINTENANCE

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952

封面无防伪标均为盗版



扫一扫，
更多汽车维修精品图书供你选

ISBN 978-7-111-44235-6

策划编辑◎杜凡如 / 封面设计◎张静



定价：49.80元